



رسائل جغرافية

جيومورفولوجية الأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر بسلطنة عمان

د. محمود عبد العزيز أبو العينين عبيد

ربيع الأول ١٤٢٥ هـ
مايو ٢٠٠٤ م

٢٨٨

دورية علمية محكمة تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

الاشتراكات

في الكويت

للمؤسسات ١٢ دينارا كويتيا(سنويا)

للأفراد ٦ دنانير كويتية (سنويا)

خارج الكويت

للمؤسسات ١٥ دينارا كويتيا (سنويا)

للأفراد ٧,٥ دينار كويتي (سنويا)

الجمعية الجغرافية الكويتية

ص.ب: ١٧٠٥١ الكويت الخالدية   الرمز البريدي 72451

رسائل جغرافية

٢٨٨

جيومورفولوجية الأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر بسلطنة عمان

د . محمود عبد العزيز أبو العينين عبيد

استاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد

كلية الآداب - جامعة المنصورة

ربيع الأول ١٤٢٥ هـ

مايو ٢٠٠٤ م



طبعت بـدعـم كريم من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

بسم الله الرحمن الرحيم

جيومورفولوجية الأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر بسلطنة عمان

د . محمود عبد العزيز أبو العينين عبيد

مقدمة:

تنتشر ظاهرة الأحواض الجبلية في القطاع الأوسط من جبال شمال عمان، والذي يعرف بالجبل الأخضر، إذ تبدو هذه الأحواض في صورة منخفضات داخلية على مستويات محلية، ينصرف إليها مجموعة كبيرة من الأودية التي تنحدر على جوانبها ، بعض هذه الأودية كونت مجموعة متداخلة من المراوح الفيضية، والبعض الآخر يبدو في صورة مسيلات جبلية شديدة الانحدار لا تلبث أن تكون لها نطاق رسوبي على هوامش تلك المنخفضات، وكنتيجة لصرف مياه السيول داخل هذه المنخفضات فقد أدى إلى تكوين بلايا صلصالية جافة داخلية ضخمة.

وتتميز هذه الأحواض الجبلية بأنها شبه مغلقة، ويقترب قيعان معظمها من منسوب المياه الجوفية التي تختلف في نوعيتها، فبعضها عذباً والبعض الآخر مالحاً أو قلوياً، كما تختلف درجة حرارتها من مكان إلى آخر ربما داخل الحوض الواحد،

وتهيئ قيعان هذه الأحواض الجبلية ظروفاً مناسبة لوجود تجمعات سكانية كبيرة ممثلة في واحات كما هو الحال في مناطق: الرستاق، والعوابي، ونخل، والمعاول، والغشب، والوشيل، والمرجي، والمسنة (في القطاع الشمالي للجبل الأخضر)، ونزوى وبهلا، وبركة الموز، والحمراء (في القطاع الجنوبي من الجبل الأخضر)، خاصة مع توفر التربة الخصبة ومياه الري اللازمة سواء من الأفلاج أو ظهورها في شكل عيون مائية طبيعية متدفقة.

وقد اتخذت، ظاهرة المنخفضات الصحراوية «بوجه عام» عدة مسميات أوردها كل من (صلاح بحيري، ١٩٧٩، ص ٧) و (كليو، ١٩٩٠، ص ١٢)، وعلى ما يبدو أن تلك المسميات إرتبطت كثيراً بنوع الرواسب بقيعان المنخفضات الصحراوية سواء كانت بلايا صلصالية غرينية أو بلايا ملحية، ومن ثم أطلق عليها الخبرة، والروضة، والفيضة، والضاية، والمنقع... الخ، ولكن النمط الذي نحن بصدده يتلخص في إطار تضاريسي ممثل في حوائط جبلية عالية، تطوق مساحات حوضية منخفضة، تمتلئ بالرواسب التي تجلبها الأودية من المرتفعات المجاورة، وكثيراً ما تعرف هذه الظاهرة باسم الأحواض والسلاسل الجبلية Basin and Rangs أو أحواض البولسون Bol-son (صلاح بحيري، ١٩٩٥، ص ٢٣٠)، أما الأجزاء المليئة بالرواسب داخل قيعان هذه الأحواض فيطلق عليها (في شبه الجزيرة العربية) اسم الخبرات Khabra.

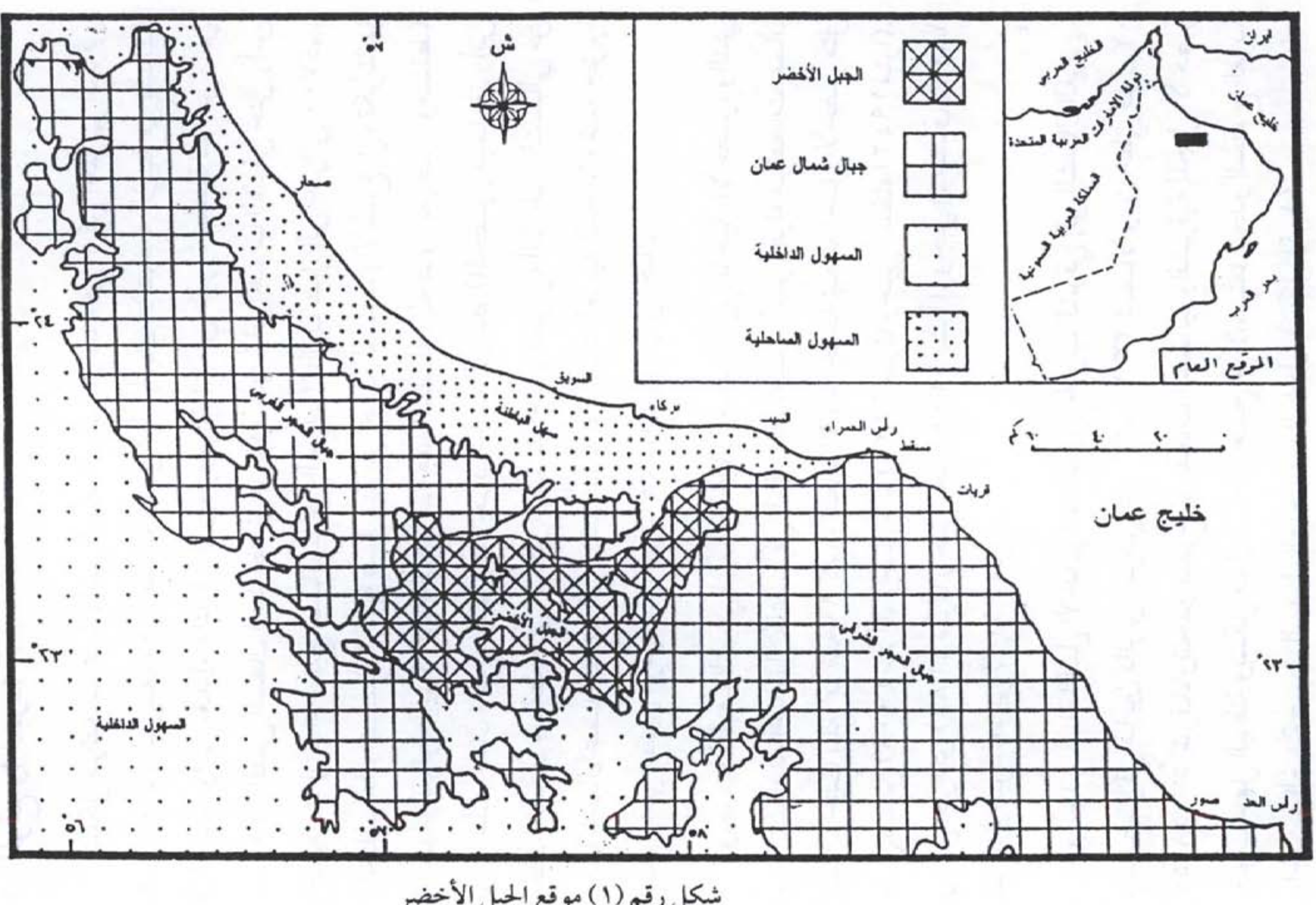
ونظراً لأهمية هذه المنخفضات في البيئة العمانية، وظروفها المناسبة لإقامة تجمعات زراعية بها، فقد دعت الحاجة إلى عمل دراسة لهذه الظاهرة، خاصة وأن هذه الظاهرة لم تلق أي نوع من الدراسة من قبل في هذه البيئة الجبلية الصحراوية اللهم إلا دارستين؛ الأولى أجريت عن الخبرات في دولة الكويت (كليو ، ١٩٩٠)، والثانية عن المنخفضات الصحراوية في شبه جزيرة قطر (إمبابي ، وأحمد عبد السلام، ١٩٩٠)، وهي مناطق بطبيعة الحال تختلف عن الأحواض الجبلية محل الدراسة.

١-الموقع والحدود:

تشكل مرتفعات عمان أكبر الوحدات التضاريسية في الركن الجنوبي الشرقي لشبه الجزيرة العربية، وهي تصنف ضمن نمط الجبال الإلتوائية الألبية في نشأتها وتكوينها، والتي تعد إمتدادا لجبال زاجروس، وتمتد في صورة سلسلة تبدأ من رأس مسندم في أقصى الشمال (عند مضيق هرمز) متجهة نحو الجنوب الشرقي حتى رأس الحد (عند إلتقاء خليج عمان ببحر العرب) بطول يصل إلى حوالي ٧٠٠كم، وتختلف هذه السلسلة الجبلية فيما بينها من حيث المنسوب والاتساع بل وتكويناتها وبنيتها الجيولوجية، فالجزء الجنوبي من هذه السلسلة (المحصور بين صور ومسقط) يطلق عليه جبال الحجر الشرقي، ويعرف الجزء الأوسط (المحصور فيما بين رأس الحمرا شمال مسقط حتى صحار) بسلسلة جبال الغربي، أما الجزء الشمالي من سلسلة جبال عمان فيمتد في أراضي دولة الإمارات العربية المتحدة وشبه جزيرة مسندم حتى مضيق هرمز حيث يعرف هنا بسلسلة رؤوس الجبال.

ويعرف الطرف الشرقي لسلسلة جبال الحجر الغربي بالجبل الأخضر، والذي يبدو أكثر هذه الجبال ارتفاعاً، وفي الوقت نفسه يبدو أكثر أجزاء مرتفعات عمان إتساعاً حيث يبلغ عرضه ٨٠ كم، وتتعدد القمم الجبلية بمنطقة الجبل الأخضر مثل جبل شمس (٣٠٠٩ متراً)، وجبل سيق(٢٤٢٨ متراً) وجبل مسفاه (١٩٤٢متر ا)، وجبل حواري (٢٣٨٦ متراً) وجبل نخل (١٢٠٠ متراً)، وجبل الرستاق (١٦٠٠ متراً)، وجبل العوابي (١١٠٠ متراً).

وتأخذ سلسلة الجبل الأخضر امتداداً من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي ، وتنحصر في ما بين دائرتي عرض ٠٥َ ٢٣ْ، ٣٥َ ٢٣ْ شمالاً وبين خطي طول ٠٢َ ٥٧ْ ٥٨َ ٥٧ْ شرقاً، وتنحدر سفوح المرتفعات الشمالية والشرقية للجبل الأخضر جنوب سهل الباطنة وبشكل مواز لساحل خليج عمان، بينما تنحدر السفوح الغربية والجنوبية الغربية صوب السهول الصحراوية الداخلية (شكل رقم١).



شكل رقم (١) موقع الجبل الأخضر

٢-هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى رسم خرائط جيومورفولوجية للأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر، وتصنيف هذه الأحواض وتحديد أبعادها، وخصائص الرواسب بها، وحصر العمليات الجيومورفولوجية التي ساهمت في تشكيلها، ومحاولة تفسير نشأة هذه الأحواض ومراحل تطورها.

٣-وسائل البحث وعناصره:

إعتمد هذا البحث على تحليل الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة مقياس ١/ ١٠٠٠٠٠، وكذلك مرئيات اللاندسات الفضائية مقياس ١/ ١٥٠٠٠٠، بالإضافة إلى تحليل الخرائط الجيولوجية من خلال الإطلاع على الدراسات الجيولوجية التفصيلية عن المنطقة.

وقد كانت الدراسة الميدانية المحور الرئيسي في التأكد من البيانات والمعلومات المستقاه من الخرائط والدراسات الجيولوجية، وتعتبر الخريطة الجيومورفولوجية هي ثمار هذه الدراسة، كما تم جمع عينات للرواسب السطحية والمتتابعة رأسياً من أجزاء من الأحواض المدروسة، وتحليلها حجمياً ونوعياً، ورصد مظاهر النشاط البشري على أسطح هذه الأحواض، بالإضافة إلى التسجيل الفوتوغرافي لبعض الظاهرات الدقيقة على أسطح وجوانب هذه الأحواض الجبلية.

وتنقسم عناصر الدراسة إلى مايلي:

أولاً: الخصائص الجيولوجية لمنطقة الجبل الأخضر.
ثانياً: التوزيع الجغرافي للأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر.
ثالثاً: هيدرولوجية الأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر.
رابعاً: مورفولوجية الأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر.

رابعاً: مورفولوجية الأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر.

١-الخصائص المورفومترية للأحواض الجبلية.

٢-خصائص الرواسب السطحية:

أ-التحليل الحجمي للرواسب.

ب-التحليل المعدني للرواسب.

خامساً: نشأة الأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر وتطورها.

سادســا: الأهمية التطبيقية للأحواض الجبلية المدروسة.

أولاً: الخصائص الجيولوجية لمنطقة الجبل الأخضر

١-التكوينات الجيولوجية:

تتباين التكوينات الجيولوجية بمنطقة الجبل الأخضر في خصائصها بين الصخور النارية البركانية والرسوبية والمتحولة، فيظهر بها تكوينات القشرة الأرضية جنباً إلى جنب مع تكوينات القشرة المحيطية، وقد تعرضت الأراضي العمانية، خلال تاريخها الجيولوجي الطويل، إلى تطورات عديدة أدت إلى ظهور هذا التنوع الكبير في تكويناتها الجيولوجية.

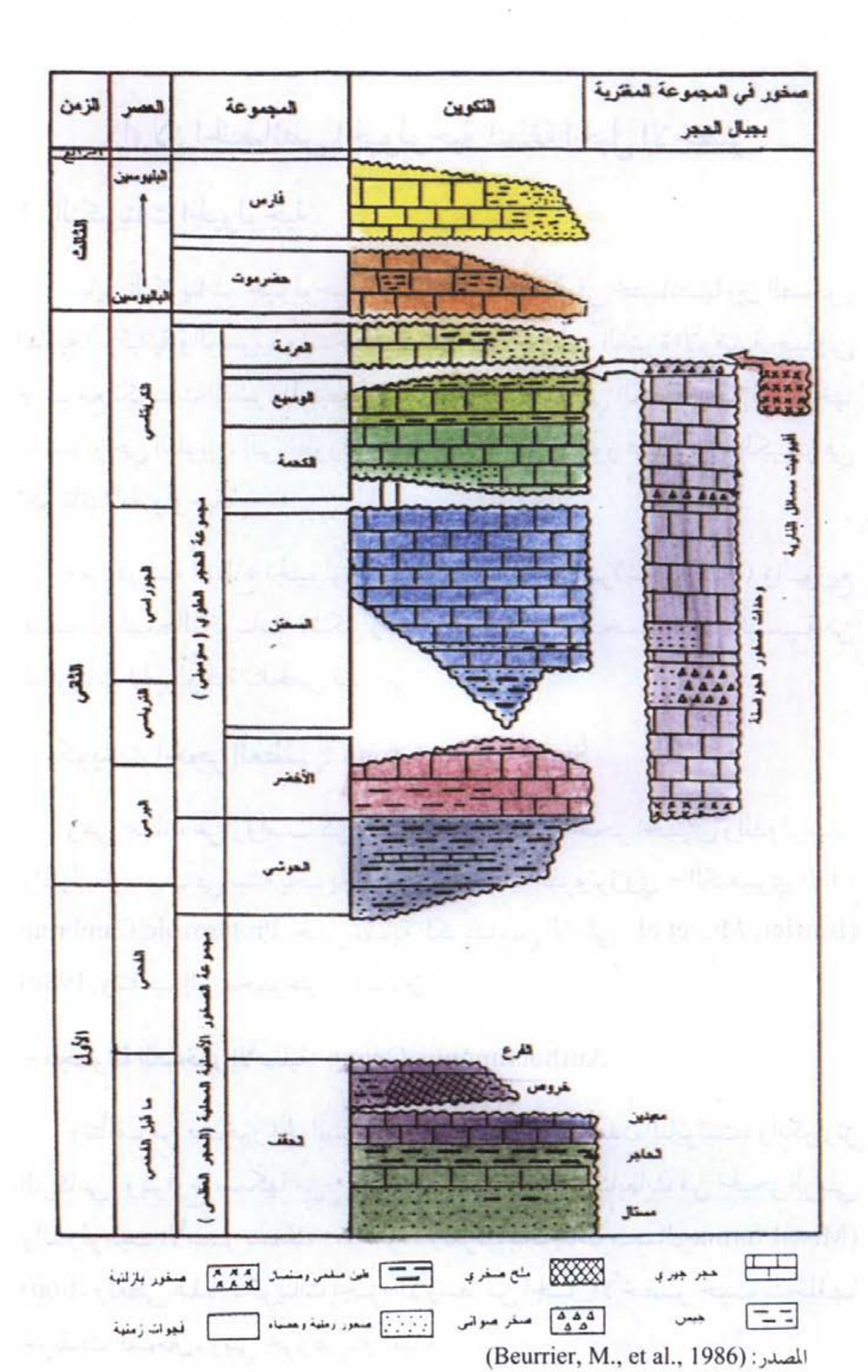
ومن دراسة القطاع الجيولوجي لمنطقة الجبل الأخضر(شكل رقم٢) والتوزيع السطحي لهذه التكوينات (شكل رقم ٣) نلاحظ أربع مجموعات رئيسية من التكوينات الجيولوجية تتلخص فيما يلي:

أ-تكوينات الحجر العظمى: Super Hajar Group

وهي عبارة عن رواسب كربوناتية وصخور من الحجر الجيري والدولوميت والمارل، ترسبت في بيئة بحرية ضحلة منذ نهاية البروترزوي - الكمبري End-Proterozoic Cambrian حتى نهاية الكريتاسي الأعلى (Burrier, M.., et al., 1986) وتنقسم إلى مجموعتين رئيسيتين:

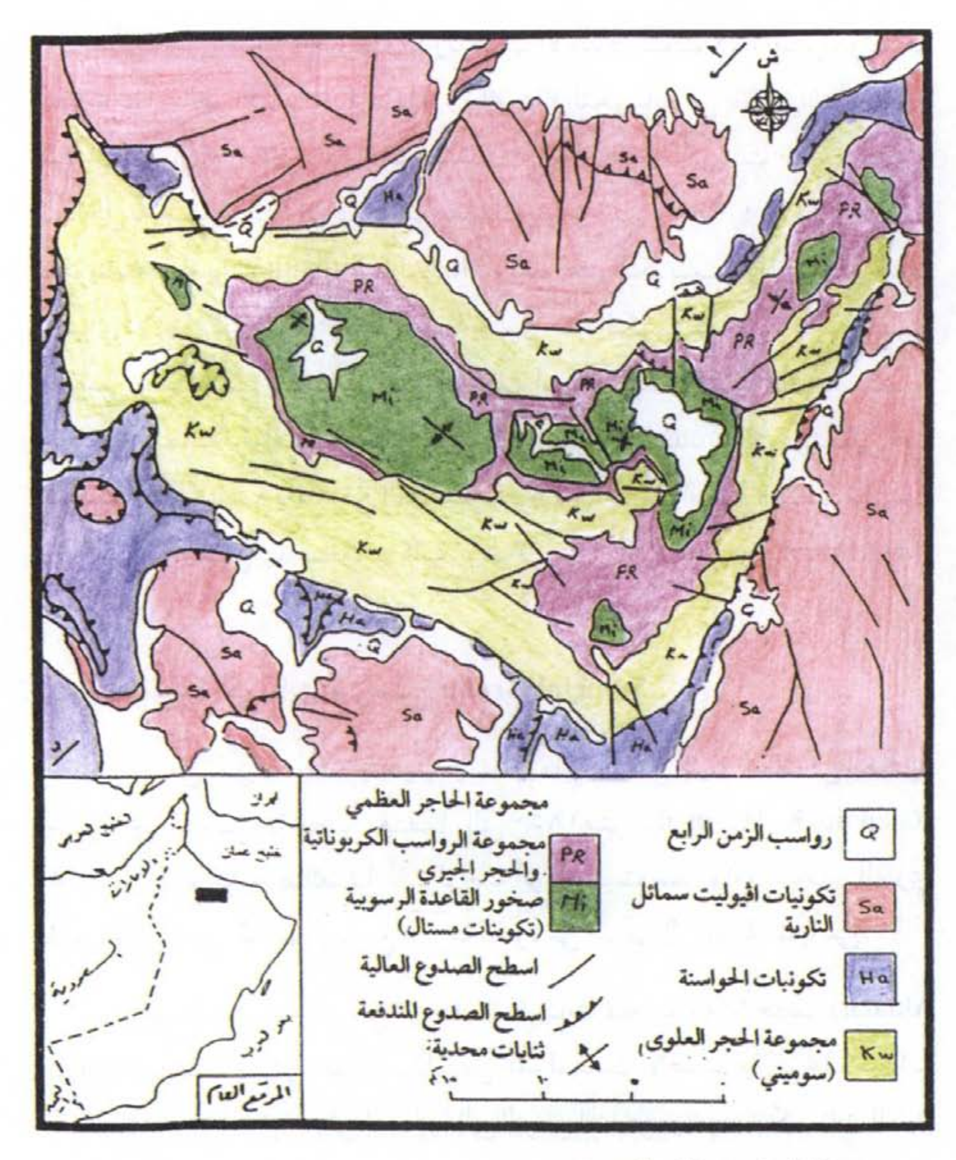
- مجموعة الصخور الأصلية: Authocthonous Group

وتتألف من صخور الجرانيت الداكنة التي يكثر بها معدن البايوتيت، والكوارتز البركاني، ويتراوح سمكها من ١٥٠ : ٣٠٠ متراً، يعلوها تتابعات من الحجر الرملي والدولوميت الأسمر بسمك ٨٠ متراً، وتعرف بتكوينات مستال (Mistal formation)، وتغطي هذه التكوينات الجزء الأوسط من الجبل الأخضر حيث يتخللها تجويفات السحتن، وبني خروص، والغبرة.



المصدر: (Beurrier, M., et al., 1986)

شكل رقم (٢) العمود الجيولوجي لجبال شمال عمان



المصدر: (Beurrier, M., et al., 1986)

شكل رقم (٣) التكوينات الجيولوجية السطحية للجبل الأخضر

- مجموعة الرواسب الكربوناتية والحجر الجيري:

تتألف من الحجر الجيري والدولوميت الأسود بسمك ١٠٠ متراً، وتعرف بتكوينات الحاجر Hajir formation، وتبدو هذه التكوينات في صورة ملتوية باتجاه شمال غرب/ جنوب جنوب شرق، ويعلو هذه التكوينات صخر الغري تتداخل به طبقات من الحجر الطيني بسمك يتراوح بين ٨٠٠ - ٩٠٠متراً وتعرف بتكوينات معيدين Muaydin formation ويعلو هذه التكوينات رواسب من الحجر الجيري الأزرق بسمك ٢٤٥ متراً، كما تحتوي هذه التكوينات على الحجر الجيري الحبيبي والطحالب الرقيقة والتي تدل على أنها أرسبت في بيئة بحرية ضحلة، وتعرف هذه التكوينات بتكوينات خروص Kharous formation، وتتغطى هذه المجموعة السابقة بغطاء من الكونجلوميرات والحجر الرملي الخشن بسمك ٣٨٠متراً، وتتداخل بها صخور بركانية، وتعرف بتكوينات الفرع Fara formation.

ب- مجموعة تكوينات سوميني Sumeini Group

تتألف من تكوينات جيرية دولوميتية ورملية ، وتمثل أكبر سمك في العمود الجيولوجي بالجبل الأخضر ، فتصل إلى ١٨٥٠متراً (Glennie, K. W., et al., 1974) ويتضح من خصائصها الليثولوجية أنها أرسبت عند مواقع المنحدر القاري للبحر الجيولوجي القديم، ويرجع عمرها للفترة من البرمي إلى نهاية الترياسي.

وتعرف المجموعة السفلي من هذه التكوينات بمجموعة الأخضر (Akhdar Group)، وتتألف تكويناتها السفلى من الدولوميت الأصفر والكونجلوميرات بسمك ٥٠٠ متراً، وترجع في إرسابها إلى البرمي المتأخر، وتعرف بتكوينات السيق Siq formation، يعلوها دولوميت رمادي تتداخل فيها طبقات من الدولوميت الأصفر، وتبلغ سمكها ٦٠٠ متراً، وترجع في إرسابها إلى عصر الترياسي وتعرف هنا بتكوينات ما حل Mahil formation.

أما المجموعة العليا من تكوينات سوميني فتعرف بمجموعة السحتن Sahtan Group، ويتألف القطاع الأسفل منها من الحجر الجيري الملون، وكتل من الحجر الجيري الأزرق، ويبلغ سمكه ٢٥٠ متراً، وترجع إرساباته إلى فترة البورتلانديان Portlandian، أما التكوينات العليا من هذه المجموعة فهي تتابعات من الحجر الجيري الحبيبي ، والحجر الجيري الصلصالي ، ويبلغ سمكها نحو ٥٠٠ متراً، وترجع في إرساباتها إلى فترة الابتاين Aptian وتعرف بتكوينات الكحمة Kahmah for-mation.

ج-مجموعة تكوينات الحواسنة المنقولة: Hawasina Allochthonous

وتعرف بمجموعة حمراء دورو Hamrat Duru، وتتألف من الكوارتز والحجر الجيري السليسي والشرت الراديوليري Radialarian chert، وهي صخور تحتوي على حفريات دقيقة، ويتخللها صخور من البازلت البركاني والأنديزيت، وهي صخور ترجع إلى الفترة من الترياسي إلى الكريتاسي الأعلى (Rabu, D., et al.,1986) ، وقد نشأت هذه التكوينات في بيئة بحرية ضحلة، يرجح أنها تجمعت أساساً فوق أعالي الحواجز المحيطية في البحر الجيولوجي القديم (Glennie, k.W., et al., 1974).

د-تكوينات سمائل النارية الأفيوليتية الزاحفة: Samial Nappe Ophiolite

وتبدو تكويناتها في شكل كتلي من الصخور القاعدية وفوق القاعدية، وتتألف أساساً من السربنتين، والبرودوتيت، والجابرو، والدياباز، إلى جانب السدود النارية من الدولوميت والجرانيت، والمصهورات اللافية الخارجية التي تغطي بعض أجزاء من هذه التكوينات، ويمتد عمرها من الكريتاسي الأوسط إلى الكريتاسي الأعلى (Rabu, D., et al.,1990)، وقد نشأت هذه التكوينات على أعماق تتراوح من ٢٠-٢٥كم تحت أحد الحواجز المحيطية العظمى في المحيط الهندي الجيولوجي

القديم، ويشير (Lees M., 1928) إلى أن تعدد المجموعات الصخرية داخل كتلة سمائل النارية يرجع إلى أثر عمليات البرودة التدريجية للماجما والتي أدت إلى تكوين البرودوتيت في البداية واحتل قاعدة الصخور، ثم أخذت الصخور الأخرى في التكوين مع استمرار عمليات البرودة التدريجية للماجما (مثل مجموعة صخور الجابرو وشبه الجابرو) وتعرض البرودوتيت لعملية السربنتنة Serpentinisation ونتج عن ذلك تكوين البرودوتيت السربنتيني.

ويشير (Glennie, K.W., et al., 1974) إلى أن كتلة سمائل النارية بعد أن تكونت على أعماق بعيدة تحت أحد الحواجز المحيطية في البحر الجيولوجي القديم، تصلبت في البداية على شكل كتل رأسية الإمتداد Vertical blocks، ثم تعرضت بعد ذلك لعمليات الزحزحة Drifiting وتصدعت كتلها وانقسمت بعد ذلك بفعل الصدوع الجانبية العظمى، واستند بعض منها ومال فوق البعض الآخر، ويعضد هذا الرأي كل من (Hudsom, R. G.,1959) و(Morton, D., M., 1959) في أن كتلة سمائل النارية ما هي إلا ألواح جيولوجية تكونت في المحيط الهندي القديم، ثم تعرضت للزحزحة بالانكسارات العرضية والمقصية العظمى، وأدى ذلك إلى استناد بعض التكوينات الجيولوجية فوق بعضها وكأنها أحدث منها عمراً.

هـ- الرواسب البليستوسينية الحديثة:

وهي الرواسب التي اشتقت من تعرية التكوينات الجيولوجية السابقة، وتتكون من رواسب في قيعان الأحواض الجبلية بالمنطقة وعلى جوانبها، ونظراً لاختلاف مصادر هذه الرواسب وطريقة تكوينها والعوامل التي أدت إلى نشأتها، والعمليات الجيومورفولوجية التي تعرضت لها بعد ترسيبها، لذا اختلفت هذه الرواسب في نوعيتها، وأحجامها، وأشكالها، وتتشكل هذه الرواسب منذ عصر البليستوسين حتى وقتنا الحاضر، وتنقسم هذه الرواسب إلى ما يلي:

-المراوح الفيضية والمصاطب النهرية القديمة: -Ancient alluvial fans and terraces

تنتشر بالأجزاء العليا لتجويفات السحتن، وبني خروص، والغبرة (أعالي الجبل الأخضر) حيث تشكل مجموعة من المصاطب النهرية القديمة، وهي تتألف من الكونجلوميرات والصلصال في مخلوط رملي،كما يزداد بها الحطام الصخري الخشن (Breccia).

-المراوح الفيضية والمصاطب النهرية شبه الحديثة: Sub - Recent alluvial fans and terraces

تتراوح تكويناتها ما بين السلت والكلونجوميرات، وتبدو جيدة التصنيف عن التكوينات السابقة، وتنتشر في صورة مراوح فيضية للأودية المنصرفة في الأحواض الجبلية (المرجي- المسنة، الرستاق - العوابي، نخل - المعاول، الغشب - الوشيل)، وذلك في صورة مصاطب نهرية على مستويات ٦-٨ متراً، ٢ مترا فوق مجاري الاودية بقيعان هذه الأحواض.

-الرواسب الحديثة للمراوح والأودية: Recent Alluvial fans and Wadis

وهي رواسب من الحصى والرمال، تغطي قيعان الأودية الحالية التي تقطع سطوح المراوح القديمة وشبه الحديثة بالأحواض الجبلية بالمنطقة.

-رواسب المنحدرات : Slope deposits

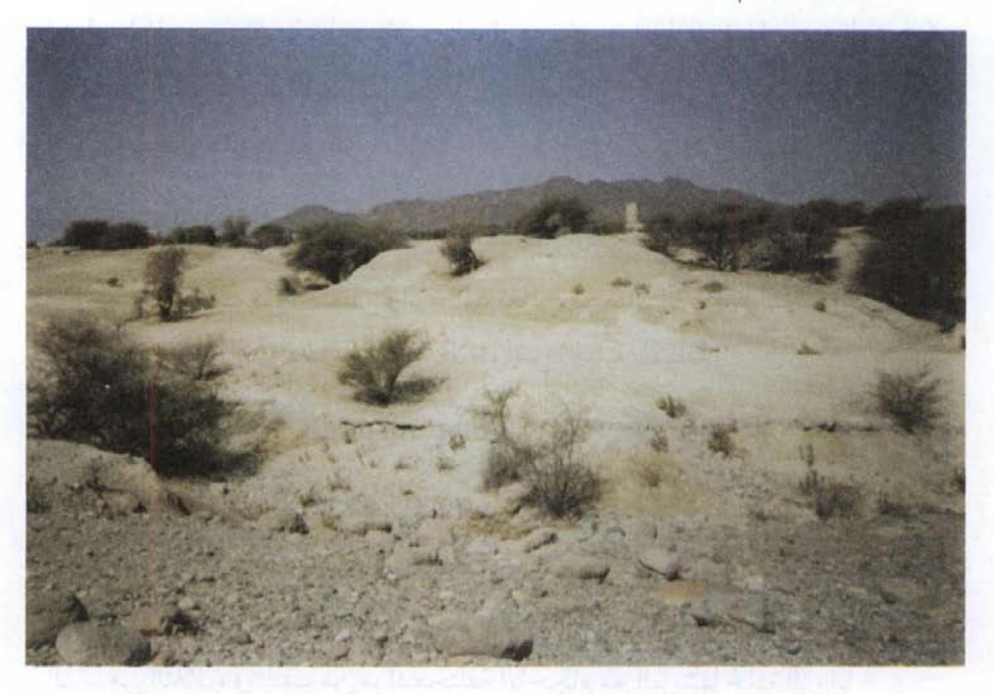
تمثل تكويناتها غطاءات من المفتتات الصخرية، وتبدو على شكل تراكمات لنواتج التجوية والتعرية والانهيارات، وتشغل المنحدرات الجانبية المتاخمة للأحواض الجبلية بالمنطقة ، حيث ترتكز هذه الرواسب عند أقدام الحافات والأجزاء الدنيا من التلال، وتتألف من مواد مختلفة الأحجام مع البريشيا حادة الزوايا.

-رواسب الخبرات Khabra deposits

تتألف من مواد دقيقة من الطمي والصلصال ترسبت في مواضع تشبه البحيرات، تنخفض عن قيعان الأحواض الجبلية بأكثر من ٢٠ متراً، وتمثل أخصب الأراضي الزراعية بها، كما هو الحال في خبرات(الرستاق، العوابي، الغشب، المزاحيط، الوشيل، الحزم، أفي، مسلمات، حبرا، المريغة)، ومعظمها يتاخم المنحدرات الدنيا لتكوينات أفيوليت سمائل.

-الرواسب البحيرية Lacustrine deposits

وتبدو في صورة رواسب بحيرية قديمة، وتتألف من رمال جيرية ناصعة البياض، تكثر بها الأصداف الدقيقة، وتظهر كتلال ترتفع بضعة أمتار وتتوسط حوض نخل - المعاول (صورة رقم ١).



صورة رقم(١) الرواسب البحيرية القديمة بمنطقة مسلمات بحوض نخل-المعاول.

-رواسب المتبخرات **Evaporities deposits**

إلى جانب الرواسب السابقة التي تغطي قيعان وجوانب الأحواض الجبلية بالمنطقة، توجد بعض الرواسب الدقيقة تغطي مساحات ضئيلة، ويبدو أنها قد نتجت عن ظروف معينة، وأهم هذه الرواسب:

* رواسب الترافرتين **Travertine**

تحيط بجوانب منخفضات السحتن ، وبني خروص، والغبرة، كما تبدو على شكل تلال صغيرة منعزلة، ومنتشرة على الجانب الشرقي لمنخفض الغشب - الوشيل، وكثيراً ما ارتبطت بالعيون المائية به، وهي رواسب جيرية يرتفع بها كربونات الكالسيوم التي اشتقت من صخور البيرودوتيت نتيجة للعمليات الكيميائية التي تعرض لها الصخر (صورة رقم ٢).



صورة رقم (٢) ربوة من رواسب الترافرتين بحوض الغشب-الوشيل

* الأعمدة النازلة **Stalactites**

تنتشر على الجانب الجنوبي لمنخفض المرجي - المسنة، في التكوينات الجيرية المنتشرة حول العيون المائية، فعندما تتسرب المياه المشبعة بالجير من أسقف هذه التكوينات (التي تبدو في صورة كهوف) فإنها تفقد، أثناء تسربها، ثاني أكسيد الكربون، وتبقى تبعاً لذلك بيكربونات الكالسيوم على هيئة بللورات تتزايد في حجمها بالتدريج إلى أن تكون عموداً رفيعاً يمتد من أعلى إلى أسفل يعرف بالعمود الهابط (ستالاكتيتStalactite) صورة رقم (٣).



صورة رقم (٣) الأعمدة الهابطة بالتكوينات البحيرية المتاخمة لحوض المرجي-المسنة.

ثانياً: التوزيع الجغرافي للأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر

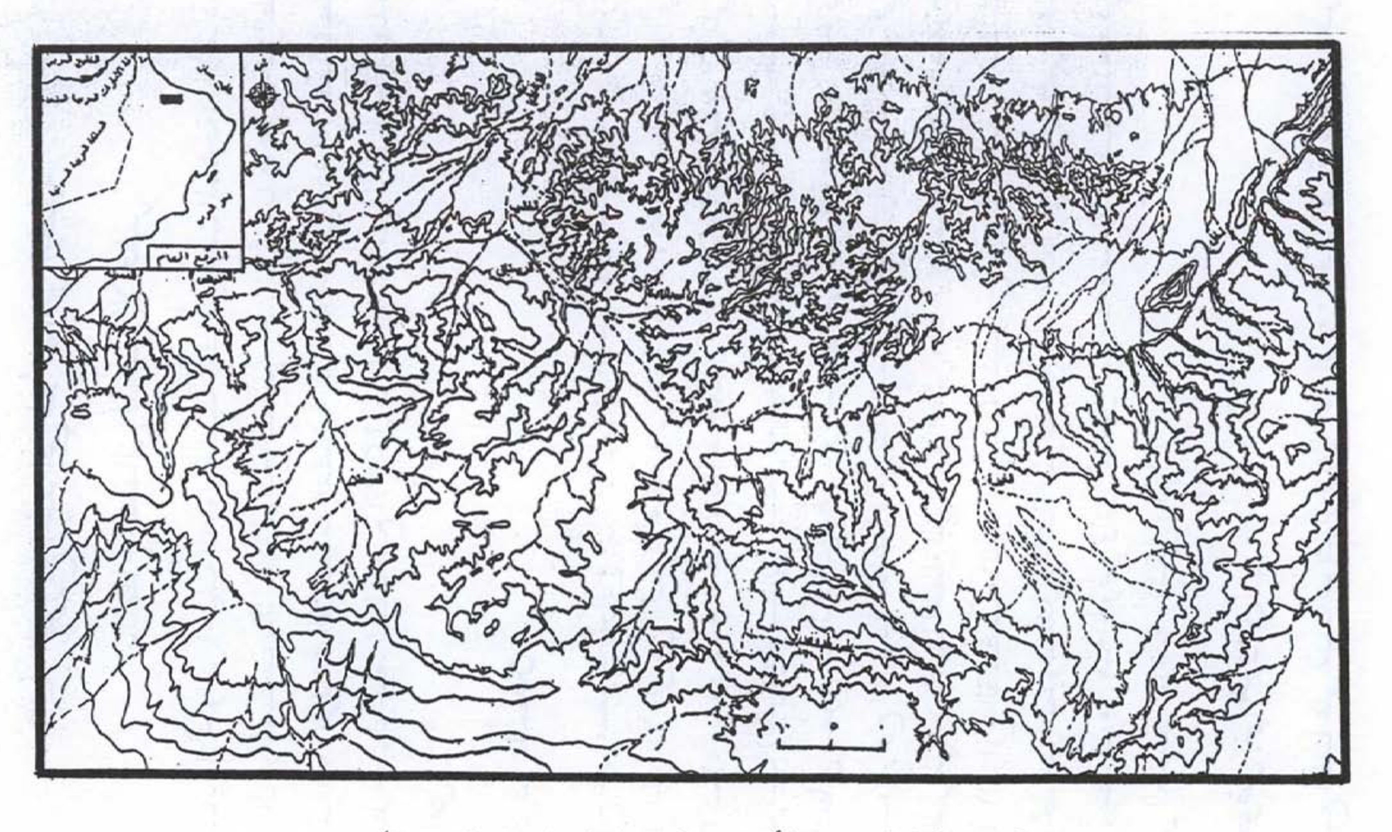
تتباين الأحواض الجبلية المدروسة فيما بينها من حيث المساحة، والأبعاد، والأشكال، والمنسوب بالنسبة لسطح البحر، وقد تم تحديدها على الخرائط الطبوغرافية ومرئيات اللاندسات الفضائية للمنطقة (شكلي ٤، ٥)، ومضاهاتها بالخرائط الجيولوجية، كما توضح الأشكال من ٧: ١١ الملامح المورفولوجية لهذه الأحواض.

١- حوض السحتن:

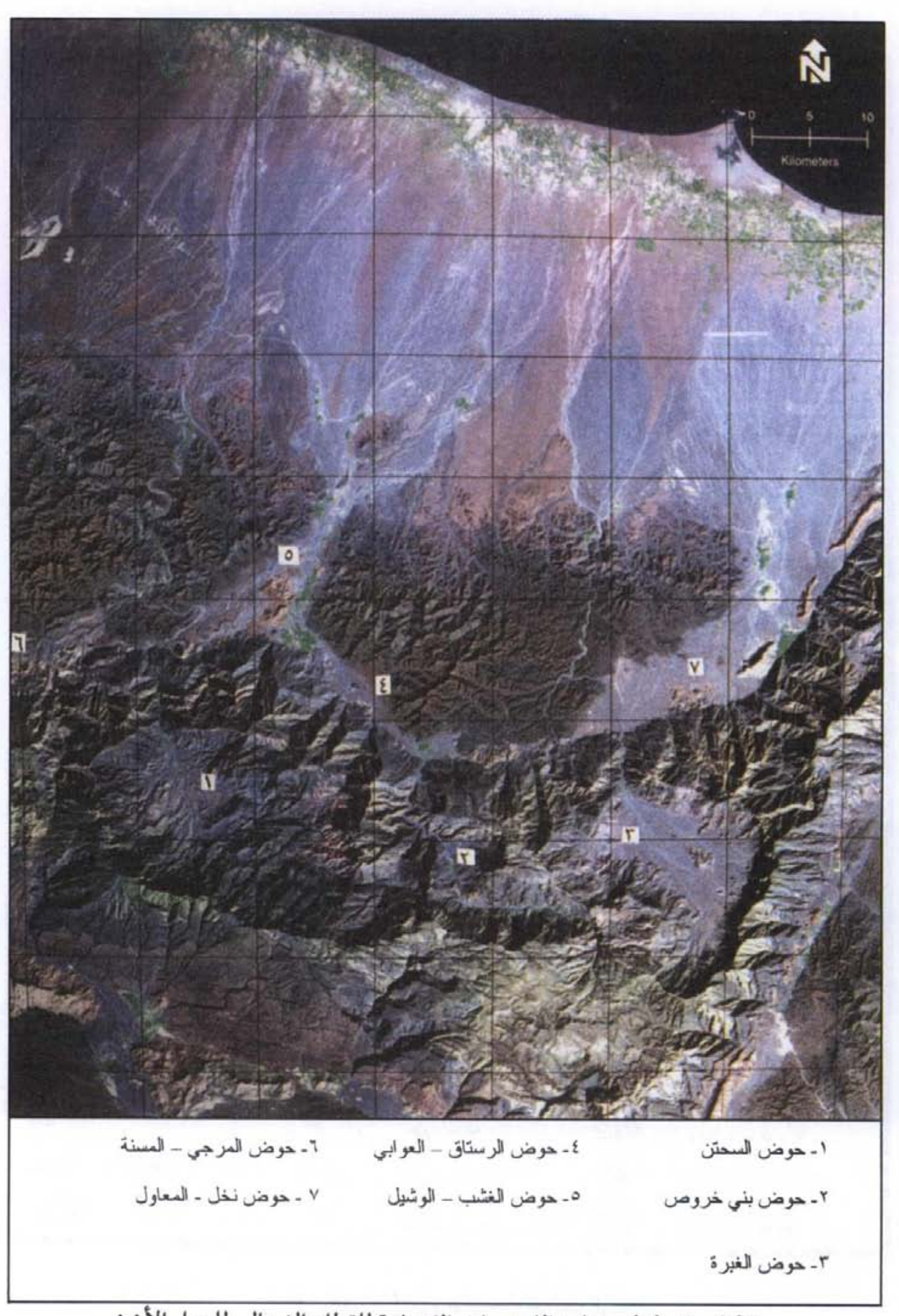
يقع على منسوب يتراوح بين ٦٥٠ إلى ٨٠٠ متراً فوق مستوى سطح البحر، ويحتل الجزء الأعلى من الجبل الأخضر (من جهة الغرب)، وتبلغ مساحته حوالي ٩ ,٣٧ كم٢، ويبدو كتجويف Bowl محفور خلال تتابعات الحجر الرملي والدولوميت (تكوينات مستال)، وتنصرف إليه مجاري الأودية من جميع الجوانب، كما تتغطى سفوح جوانب المنخفض برواسب تميل إلى الخشونة بقطاعها العلوي (رواسب المراوح الفيضية القديمة) وهي تتألف من الكونجلوميرات والصلصال في مخلوط رملي، يزداد بها الحطام الصخري الخشن، أما الرواسب على قطاع السفوح الدنيا (المراوح الفيضية شبه الحديثة) فتتراوح تكويناتها ما بين السلت والكونجلوميرات، وتستدق بالاتجاه صوب المنخفض فتبدو في صورة طمي ناعم جداً، وينصرف من هذا الحوض وادي السحتن الذي يتجه شمالاً ليصب فيما بعد في حوض الغشب - الوشيل. (شكل رقم ٦)

٢-حوض بني خروص:

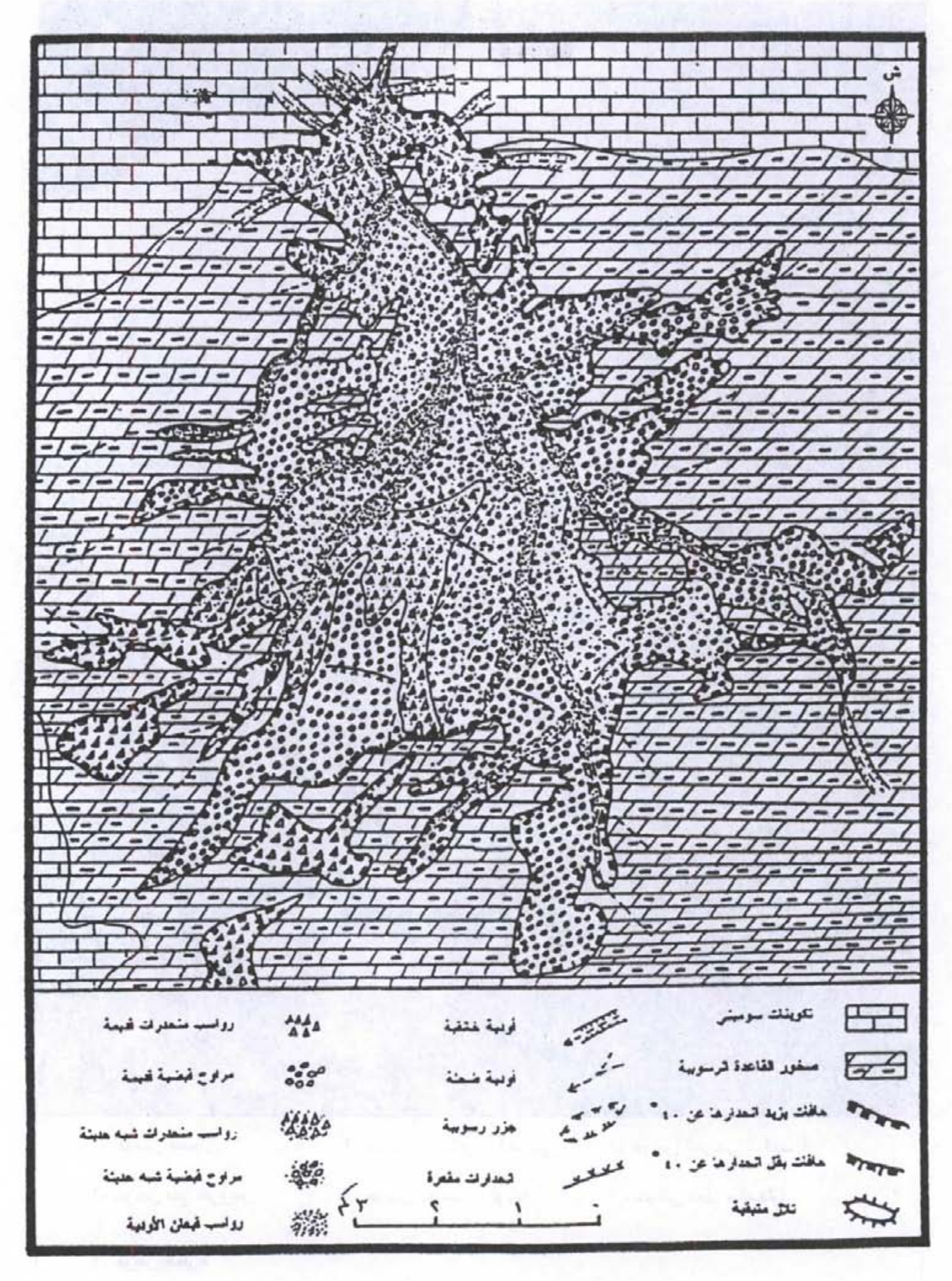
يقع أيضاً على منسوب يتراوح بين ٦٥٠ إلى ٨٠٠ متراً فوق سطح البحر،



شكل رقم (٤) طبوغرافية الأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر



شكل رقم (٥) مرئيات اللاندسات الفضائية للقطاع الشمالي للجبل الأخضر



شكل رقم (٦) مورفولوجية تجويف السحتن

ويشغل القطاع الأعلى من وادي بني خروص وبني عوف اللذان يصبان في حوض الرستاق- العوابي، ويظهر حوض بني خروص كتجويف في وسط الجبل الأخضر إلى الشرق من تجويف السحتن، وتصل مساحته إلى حوالي ١ , ٢٥ كم٢.

٣-حوض الغُبرة :

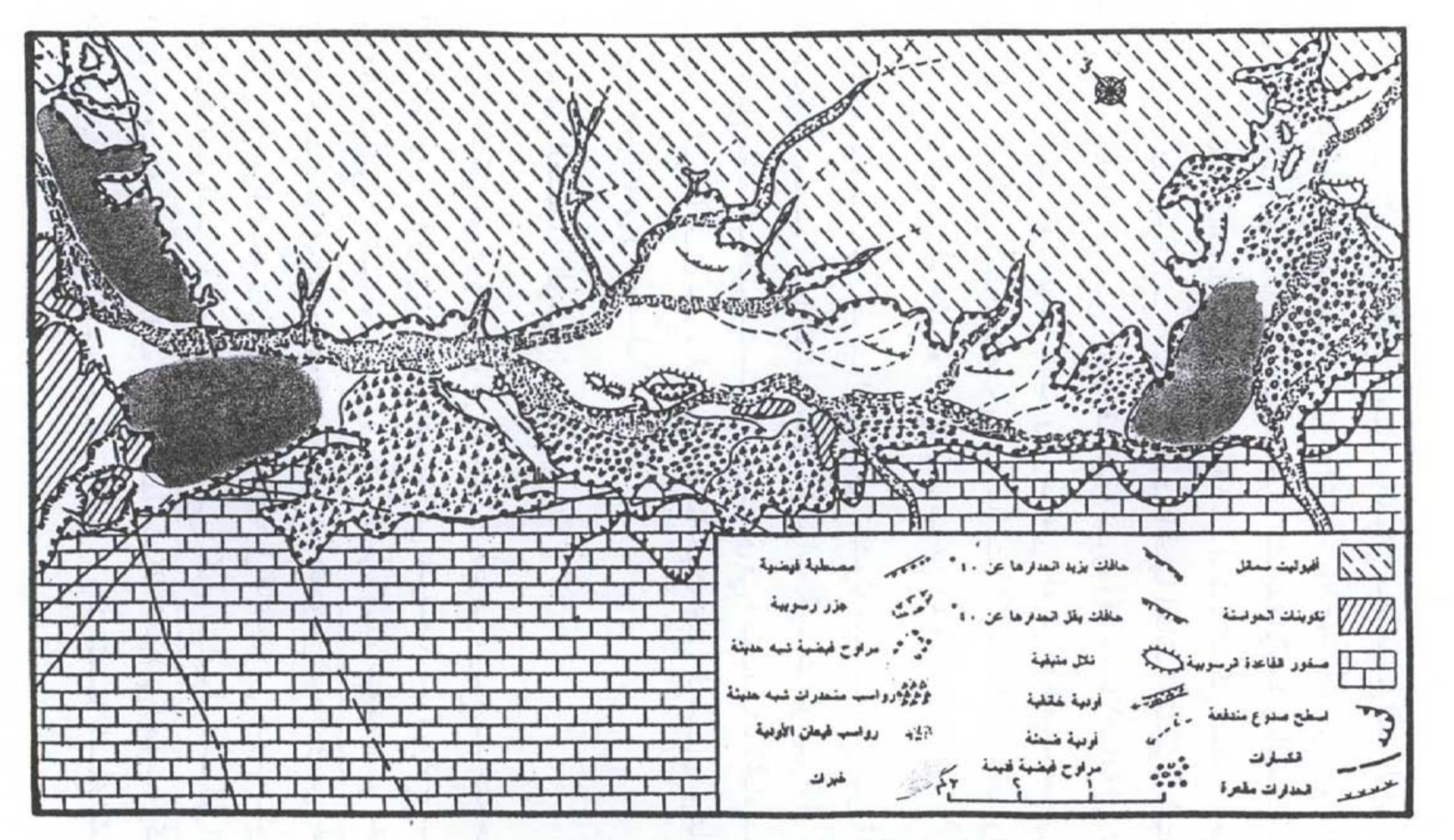
يقع على منسوب يتراوح بين ٦٠٠ إلى ٨٥٠ متراً فوق سطح البحر، ويحتل الطرف الشرقي من أعالي الجبل الأخضر، وهو أكبر تجويف به حيث تصل مساحته إلى حوالي ٨ , ١٠٥ كم٢، ولا يختلف عن تجويف السحتن في طبيعة رواسبه، وينصرف منه وادي مستال ووادي بني حراص في إتجاه الشمال حيث يصبان في حوض نخل - المعاول (شكل رقم ٧) .

٤-حوض الرستاق - العوابي:

يقع على منسوب ٤٠٠ متراً فوق مستوى سطح البحر، وتبلغ مساحته حوالي ٣ , ٣٢كم٢ ويأخذ إتجاهاً شمالياً غربياً / جنوبياً شرقياً، ويبدو شبه مغلقاً خاصة من الجنوب الشرقي، ويتصل من الشمال الغربي بحوض الغشب عن طريق مجرى وادي الفرعي، أما قاع الحوض فيبدو شبه مستو تقريباً، باستثناء كل من أقصى الطرفين الجنوبي والشمالي الغربي اللذان ينخفضان عن ذلك المنسوب بحوالي ٢٠ متراً.

وتطل على الحوض من جهة الجنوب السلسلة الجبلية المؤلفة من الصخور الجيرية والدولوميتية والرملية (تكوينات سوميني) بارتفاع يصل إلى ٥٠٠ متراً، وتبدو في شكل حافة رأسية تميل طبقاتها صوب المنخفض بدرجة تصل إلى أكثر من ٦٠ْ (صورة رقم ٤)، وينصرف منها أودية خانقية (وادي السن ـ ووادي بني عوف، ووادي بني خروص) بالإضافة إلى المسيلات الجبلية شديدة الانحدار (شكل رقم ٨).

شكل رقم (٧) مورفولوجية تجويف الغبرة



شكل رقم (٨) مورفولوجية حوض الرستاق-العوابي

أما الجوانب الأخرى لحوض الرستاق- العوابي فتطوقه من الشمال الشرقي والشمال تكوينات البيرودوتيت والجابرو، والتي تميز سطحها الخارجي باللون البني أو الأحمر الداكن ، وتتشكل حافاتها الصخرية الشديدة الإنحدار بالقمم الجبلية الهرمية المدببة الأطراف بارتفاع يزيد عن ١٠٠ متراً، كما تتشكل السفوح الجبلية (التي تشرف على الحوض من الشمال) بالأودية الجبلية الخانقية القصيرة الامتداد، والتي كثيراً ما تبدو في صورة أودية قمعية (صورة رقم ٥)، بالإضافة إلى تلال صغيرة حول العيون المائية بهذا الجانب. ويشرف على الحوض من الغرب صخور من الحجر الجيري والصوان يتخللها صخور من البازلت (تكوينات الحواسنة)، وتبدو هي الأخرى كحافات رأسية تماماً ولا يزيد ارتفاعها عن ٤٠ متراً .

وتأخذ الرواسب على جوانب الحوض في الخشونة حيث تبدو في صورة كتل جلاميدية شبه مستديرة في الجنوب (أسفل منحدرات تكوينات سوميني)، أو حادة جداً أسفل منحدرات أفيوليت سمائل ، وتستدق في أحجامها بالإتجاه صوب المنخفض (شرقاً) حيث خبرة العوابي، وغرباً حيث خبرة الرستاق. وتتألف رواسبها من الطمي والصلصال.

٥-حوض الغشب - الوشيل:

يظهر بشكل عمودي على حوض الرستاق - العوابي ، وتبلغ مساحته حوالي ٨٥,٩ كم٢ وطوله حوالي ٢٤كم وبعرض يبلغ في المتوسط ٦ كم، ويتراوح منسوبه بين ٢٨٠متراً إلى ٣٢٠متراً فوق مستوى سطح البحر، ويبدو شبه مغلقاً من الجنوب الغربي حيث ينصرف إليه وادي السحتن، ويتصل بحوض الرستاق من الجنوب الشرقي عن طريق مجرى وادي الفرعي، ويفصل قاعدته من الجنوب تكوينات الحواسنة، ويطوقه من الجانبين (الشرقي والغربي) تكوينات أفيوليت سمائل النارية (صورة رقم ٦)، ويتألف الجانب الشرقي منها ولمسافة ٣ كم (من الجنوب) وكذلك الجانب الغربي ولمسافة ١٨كم من صخور الجابرو، والتي تتميز باتساع الشقوق



صورة رقم (٤) الطبقات الصخرية بحافة تكوينات سوميني على الهامش الجنوبي لحوض الرستاق-العوابي



صورة رقم (٥) تكوينات افيوليت سمائل النارية بالجزء الشمالي من حوض الرستاق-العوابي وتبدو كحافات رأسية ينصرف منها اودية قمعية الشكل.

الصخرية بها، كما تتشكل المنحدرات (المتاخمة للحوض) بالكتل الصخرية المتساقطة والزاحفة، لذا تبدو في صورة تلال منعزلة، بالإضافة إلى انتشار ربوات من رواسب الترافرتين أسفل هذه التلال (راجع الصورة رقم ٢)، أما القطاع الشمالي من الحوض (على جانبيه الشرقي والغربي) فتتألف تكوينات افيوليت سمائل النارية به من كتل متراكمة من الجابرو والبيرودوتيت (شكل رقم ٩).

ويختلف المظهر الطبوغرافي لحوض الغشب - الوشيل من مكان إلى آخر، فيتناثر بالجانب الغربي منه مجموعة من الربوات بارتفاع لا يتعدى ١٥ متراً عن قاع المنخفض، وهي تتألف من تكوينات الشرت الراديوليري، والحجر السلتي والحجر الرملي يتخللها عروق من البازلت والانديست (تكوينات الحواسنة)، ويتخلل الحوض من جانبيه الشرقي والغربي مجرى وادي الفرعي والساقه (على التوالي) ليتصلا إلى الغرب من خبرة المزاحيط ويكونا معاً المجرى الرئيسي لوادي الفرعي، وينتشر على جانبي المنخفض بقايا سهل تحاتي بحري على منسوب ٣٠٠ متراً فوق مستوى سطح البحر، حيث يتاخم تكوينات أفيوليت سمائل شرق المزاحيط وبالاتجاه صوب الشمال ليظهر في شكل شريط مستو تقطعه مجاري الأودية التي تنصرف إلى مجرى وادي الفرعي الرئيسي (صورة رقم ٧).

كما تتشكل على جوانب تلك الأودية ، التي تتخلل المنخفض، تتابعان من المصاطب النهرية منسوب ٦-٨، ٢ متراً فوق قاع مجاري الأودية، وعلى الجانب الشرقي من منتصف المنخفض تقع خبرة المزاحيط على منسوب ٢٨٠متراً فوق مستوى سطح البحر، وتبدو مغلقة تماماً، فلا ينصرف إليها إلا مسيلات جبلية من تكوينات أفيوليت سمائل المجاورة لها، وتتألف رواسب الخبرة من السلت والصلصال.

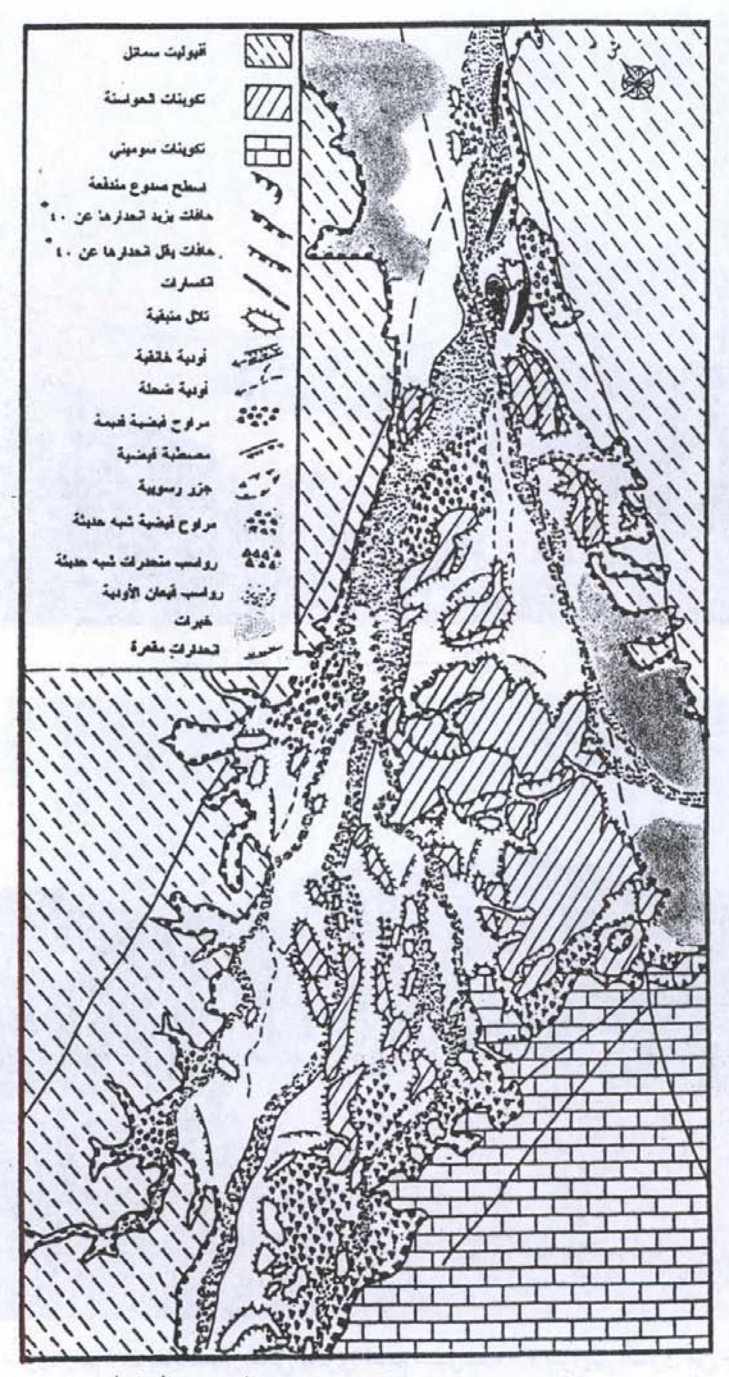
وعلى الجانب الشمالي الغربي لحوض الغشب تقع مجموعة من الخبرات (الوشيل، وفلج الشراه، والحزم)، حيث تنخفض عن قاع الحوض ٢٠متراً، ويتاخم



صورة رقم (٦) حوض الغشب-الوشيل



صورة رقم (٧) بقايا سهل تحاتي بحري قديم منسوب ٣٠٠ مترا إلى الشرق من خبرة المزاحيط بحوض الغشب-الوشيل



شكل رقم (٩) مورفولوجية حوض الغشب-الوشيل

هذه الخبرات من الغرب تكوينات أفيوليت سمائل المؤلفة من الجـابـرو الأوليـفينـي (Burrier, M., et al., 1986)، وتتـألف رواسب هذه الخبـرات من السلت والصلصال.

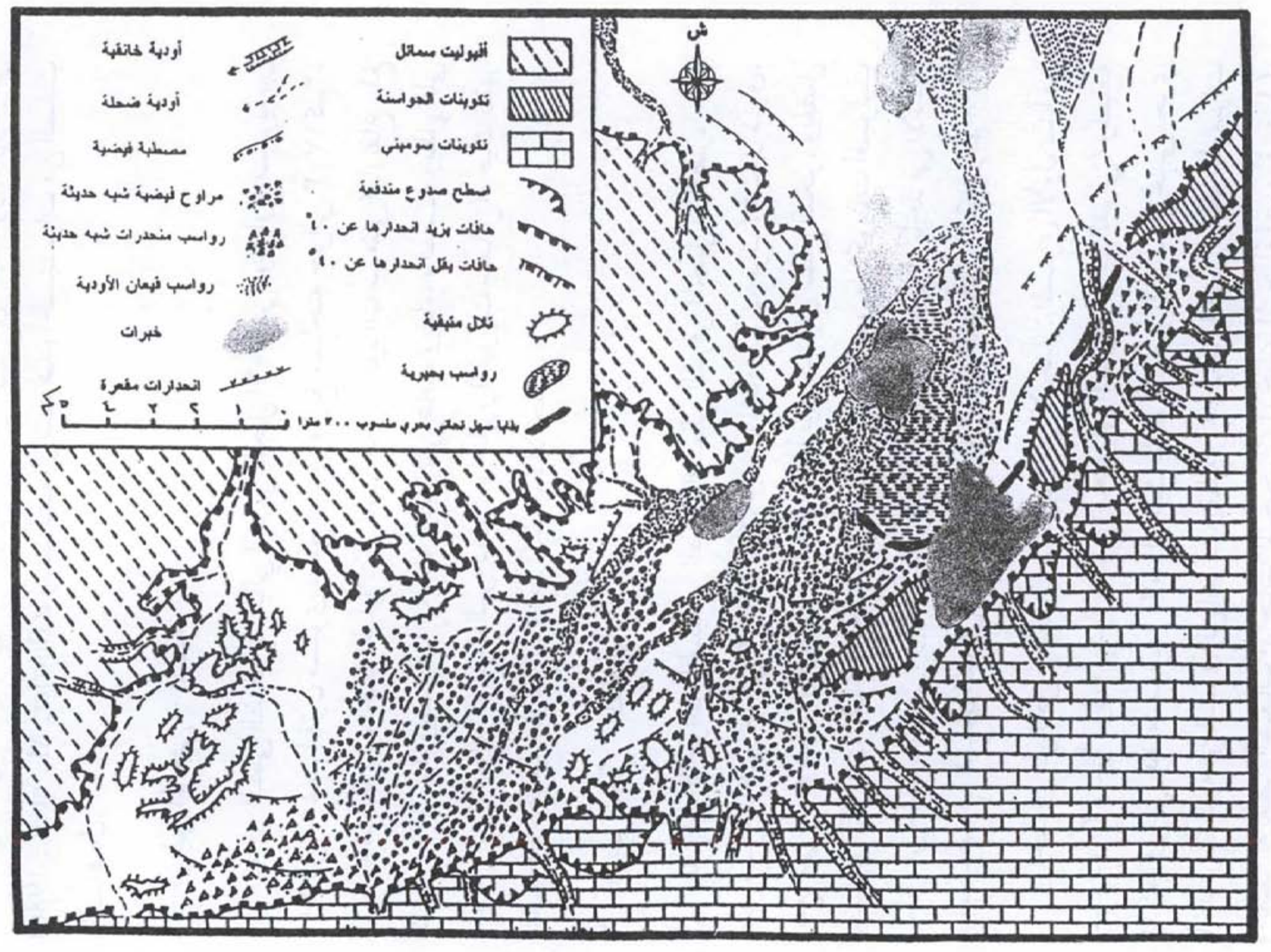
٦-حوض المرجي - المسنة:

يقع في أقصى الطرف الشمالي الغربي للجبل الأخضر، ويتراوح منسوبه بين ٤٠٠ إلى ٤٥٠ متراً فوق مستوى سطح البحر، وتبلغ مساحته حوالي ٣, ١٧كم٢، ويتاخمه من الجنوب الحافة الجبلية لتكوينات الحجر (تكوينات سوميني) بارتفاع يبلغ أكثر من ٦٠٠ متراً، وينصرف إليه منها أودية: بني غافر، ويقاء، وصعب، ويطل على الحوض من الشمال تكوينات البيرودوتيت والجابرو (أفيوليت سمائل)، حيث تظهر كقمم جبلية هرمية (بارتفاع ١٥٠ متراً) شديدة الانحدار.

٧-حوض نخل -المعاول:

يعد أكبر الأحواض الجبلية في الطرف الشمالي الشرقي للجبل الأخضر، حيث تصل مساحته إلى حوالي ٣, ١٢٥كم٢، ويأخذ إتجاه جنوب غرب/ شمال شرق، ويقع على منسوب يتراوح بين ٢٠٠: ٤٢٠ متراً فوق مستوى سطح البحر، ويفصل فيما بين تكوينات الحاجر الجيرية في الجنوب الشرقي، وبين تكوينات أفيوليت سمائل في الشمال الغربي، ويبدو مغلقاً تماماً من الجنوب الغربي، ويأخذ في الاتساع تدريجياً صوب الشمال الشرقي لينفتح على سهل الباطنة بعد ذلك (شكل رقم ١٠).

ويأخذ حوض نخل - المعاول مستويين من الانحدار: المستوى الأول يبدأ من منسوب ٤٢٠ متراً فوق مستوى سطح البحر (في أقصى الجنوب الغربي) ولمسافة ١٥كم، وينتهي عند منسوب ٣٠٠متراً، حيث بشكل الأخير بقايا سهل تحاتي بحري يأخذ قوساً يتجه من الشرق إلى الغرب، يغطيه رواسب من الحصى والكونجلوميرات وينطمر به بعض الشعاب المرجانية المتحجرة والأخرى المتحللة (صورة رقم٨)،



شكل رقم (١٠) مورفولوجية حوض نخل-المعاول



صورة رقم (٨) بقايا سهل تحاتي بحري قديم منسب ٣٠٠ مترا بمنطقة العقيبة بحوض نخل-المعاول

البحري وفي وسط المنخفض تقريباً تنتشر الرواسب البحيرية القديمة على مساحة تبلغ حوالي ٨كم٢ وتظهر كتلال ناتئة ترتفع عن قاع المنخفض ببضعة أمتار، مكونة غطاءات جيرية صلبة، أما الأجزاء المنخفضة منها فكثيراً ما تتعرض للتآكل السريع، ويتشكل عليها قنوات متعمقة في تكويناتها الهشة (صورة رقم٩)، أما المستوى الثاني من الحوض فيبدأ من مقدمة السهل التحاتي البحري ويأخذ في الإنخفاض التدريجي ليندمج شمالاً في سهل الباطنة.

وتختلف رواسب حوض نخل - المعاول من حيث الحجم، والنوع و الشكل، من مكان إلى آخر داخل الحوض، حيث تميل رواسب القطاع الجنوبي منه (في نخل) إلى الخشونة بين الكتل الجلاميدية والحصى، وتبدو شبه مستديرة الشكل، وكثيراً ما تختلط بالمفتتات الخشنة حادة الزوايا، المتساقطة من المنحدرات المجاورة، وينصرف إلى المنخفض من هذا الجانب بعض الأودية الخانقة أهمها وادي نخل وبعض المسيلات الجبلية التي تبدو في صورة أودية معلقة.



صورة رقم (٩) القنوات المتعمقة في الرواسب البحيرية الهشة بالقطاع الأوسط من حوض نخل-المعاول.

أما رواسب الجانب الشمالي لحوض نخل- المعاول فهي من نواتج فعل التجوية في تكوينات أفيوليت سمائل، حيث تنتشر رواسبها في صورة حطام صخري لتشكل سهلاً حصوياً بامتداد هذه التكوينات، ويتخلل المنخفض على كلا جانبيه مجاري الأودية التي تشق هذه الرواسب لتحفر فيها مصاطب نهرية على منسوب ٦-٨، ٢متراً فوق قيعان هذه المجاري (مثلما هو الحال في حوض الغشب-الوشيل).

وتأخذ رواسب حوض نخل- المعاول (في قطاعه الأوسط) في النعومة بالابتعاد عن السلاسل الجبلية المجاورة (من الجنوب والشمال)، وينخفض الطرف الشمالي والشمالي الغربي من هذا الحوض (عند ولاية المعاول) بشكل ملحوظ إلى أكثر من ١٦٠ متراً عن الطرف الجنوب الغربي، كما تستدق رواسبه بشكل كبير، قوامها من السلت والصلصال، حيث تشكل خبرات المريغة، وأفي، وحبرا، والواسط، وجميعها يتاخم الطرف الشرقي لتكوينات أفيوليت سمائل النارية، وتبدو هذه الخبرات وثيقة الشبه أيضا مع خبرات الوشيل، وفلج الشراه، والحزم (بحوض الغشب - الوشيل).

ثالثاً: هيدرولوجية الأحواض الجبلية
بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر

١-الأمطار:

يتأثر مناخ الجبل الأخضر في فصل الشتاء بمنطقة الضغط المرتفع داخل القارة الآسيوية، ونتيجة لوجود المنخفض الجوي فوق المحيط الهندي فانه يتبع ذلك قدوم كتل هوائية غير محملة ببخار الماء، ومع ذلك تتأثر المنطقة بمنخفضات تأتي إليها من الجنوب الشرقي مما ينتج عنه عدة أيام غزيرة بالمطر، أما في فصل الصيف فتتحرك منطقة الإلتقاء الداخلي للطبقات الهوائية شمالاً إلى الجزء الأوسط الجنوبي من شبه الجزيرة العربية خلف منطقة إلتقاء الرياح الموسمية الجنوبية (Stanger, G., 1986)، ورغم وجود الجبل الأخضر خارج تأثير هذه الرياح إلا أن حالة عدم الاستقرار في الطقس هذه ينتج عنها أمطار صيفية متوسطة.

ويبلغ معدل التساقط المطري السنوي على القمم العليا للجبل الأخضر حوالي ٩ , ٣٢١ ملليمتراً (جدول رقم ١) وهو من أعلى المعدلات في شمال السلطنة، وتنتشر الأمطار الشتوية من منتصف نوفمبر إلى نهاية مارس، ويبلغ أقصى معدل شهري لها ٥٥ ملليمتراً خلال شهر فبراير، أما الأمطار الصيفية فتبدأ من منتصف يونيو إلى منتصف سبتمبر، وهي أمطار ذات شدة أعلى من الشتوية وإن كان وقت تساقطها أقصر، إلا أنها قد تكون ذات فاعلية ضعيفة في بعض السنوات ، ويصل أقصى معدل شهري لها ٨ , ٤٩ ملليمتراً خلال شهر أغسطس (شكل رقم ١١ - أ)، وتقل كميات الأمطار في قيعان التجويفات بالجبل الأخضر، فلا يزيد متوسطها عن ١٩٧ ملليمتراً / السنة، ويصل أعلى معدل لها ٦ , ٥٤ ملليمتراً في شهر يوليو (شكل١٢ - ب،ج،د).

جدول رقم (١)

المتوسط الشهري والسنوي لسقوط الأمطار على الأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر مم) *

الحوض الجبلي	المحطة	شهـــــور السنـــة												المتوسط السنوي
		يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	
الغبرة	سيق	٢١,٦	٥٧,٢	٤٧,١	٢٣,٤	٣٠,١	١٧,٧	٤٢,١	٤٩,٨	١٢,٧	٧,٩	٢,٩	٩,٤	٣٢١,٩
السحتن	مدروج	٤,٠	٢٦,٥	١٧,٢	٢٠,٦	٩,٣	١٩,٨	٥٤,٦	٣٠,٩	١٥,١	,٣	٢,٠	٥,٠	١٩٧,١
	عمق	٢,٦	١٢,١	٧,١	١٥,٨	٤,١	٨,٧	٣٠,٦	٣,٤	٦,٦	,٣	٥,٦	٢,٤	٩٩,٣
بني خروص	الزامه	١٠,٣	٣٦,٧	٢١,٧	٢٦,١	٤,٦	١٠,٦	٤٠,٨	١٦,٠	٧,٧	٢,٨	١,٦	٤,٧	١٨١,٣
المرجي-المسنة	يقاء	٣,٦	٢٧,٦	١٤,٣	١٦,١	٢,٣	٤,٩	٢٢,٩	١٥,١	٧,٧	٧,١	١٤,١	١٨,٣	١٥٤,٠
الغشب/ الوشيل	الغشب	٦,٥	٢٧,٤	٧,٨	٢٦,٥	,٣	–	٤,٨	,٥	٢٣,١	٨,٣	١,٩	١٥,٨	١٢٢,٩
الرستاق-العوابي	الرستاق	٩,٩	٢٩,٤	٢٠,٨	١٨,٨	٥,٢	٥,٤	٨,٧	٩,٢	٦,٩	٢٠,٣	١٢,٨	١٧,٧	١٦٥,١
	العوابي	٩,٢	٢٤,٧	٢٧,٨	١٩,٢	٦,٤	٧,٢	١٣,٩	٨,٤	١٣,٢	٢٤,٩	٦,٦	١١,١	١٧٢,٦
نخل – المعاول	نخل	١٤,٤	٤٦,٢	٢١,٨	٦,٩	٤,٠	٤,٦	٤,٠	١,٦	٢,٣	٩,٢	٦,٣	٨,٤	١٢٩,٧
	افي	٩,٣	٣٨,٢	١٦,١	١٢,٦	٣,٤	٤,١	٥,١	٣,٣	٢,١	٤,٧	٣,٩	١٦,١	١١٨,٩

☐ حسابات الباحث اعتماداً على بيانات سقوط الأمطار بالمنطقة في الفترة من ١٩٧٤ : ١٩٩٢.

المصدر: وزارة موارد المياه (١٩٩٤) بيانات سقوط الأمطار – دائرة المياه السطحية ، المجلد الثاني ، جنوب الباطنة ، الفترة من ١٩٧٤ – ١٩٩٢.

شكل رقم (١١) المتوسط الشهري لسقوط الأمطار في محطات الأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر

أما السفوح الشمالية للجبل الأخضر (أحواض المسنة، والرستاق، والغشب، والمعاول) فتتوزع الأمطار بها على موسم رئيسي شتوي يتصل بأمطار صيفية خفيفة، ويسقط خلال الأشهر من فبراير إلى ابريل ٦٠٪ من معدلات التساقط السنوية، وتتباين كمية الأمطار على هذه الأحواض الجبلية، فيصل معدل التساقط في حوض المسنة - المرجي حوالي ١٥٤ ملليمتراً / السنة موزعة على أشهر السنة في موسمين رئيسيين متصلين وآخر صيفي ، وأقل معدل شهري هو ٦ , ٣ ملليمترات خلال شهر يناير وأعلاها ٦ , ٢٧ ملليمتراً خلال شهر فبراير (شكل رقم ١١ -هـ).

وتزيد كمية الأمطار الساقطة في حوض الرستاق - العوابي ، حيث تصل في جانبه الغربي إلى ٥ , ٧٨ملليمتراً / السنة (محطة الرستاق)، وأقل معدل شهري هو ٥ ملليمتراً خلال شهر سبتمبر وأعلاها ٤ , ٣٥ ملليمتراً خلال شهر أكتوبر (شكل رقم١١ -و)، أما الطرف الشرقي (محطة العوابي) فيمتاز بمعدل تساقط عال يصل إلى ٢٣٢ ملليمتراً / السنة، موزع على أشهر العام في موسمين رئيسيين متصلين، وأقل معدل شهري هو ٦ ملليمترات خلال شهر ديسمبر، وأعلى معدل ٣٣ ملليمتراً في كل من شهر مارس وأكتوبر (شكل رقم١١ -ز)، وترجع هذه الزيادة إلى وقوع العوابي في بطن المنحنى الذي يقع عليه المرتفعات الواقعة أعلى حوض نخل- العوابي- الرستاق - ومن ثم فهي أكثر تأثراً بما يسقط من أمطار على أعالي الجبل الأخضر (محطة سيق).وتقل كمية الأمطار السنوية في كل من حوض الغشب - الوشيل، ونخل - المعاول، فلا تزيد بأي منهما عن ١٣٠ ملليمتراً / السنة، نظراً لقربهما النسبي من الساحل، وتتوزع الأمطار بهما على معظم أشهر السنة وأن كان تركزها في شهر فبراير، (شكل رقم ١١ -ح، ط، ى).

٢-المياه الجوفية:

كان لوجود الصخور الكربوناتية في أواسط حزام المرتفعات بالجبل الأخضر أهمية كبيرة من حيث تحكمها في وجود وحركة المياه الجوفية، فيبدو أن ميول تلك

الصخور يؤدي بحركة المياه الجوفية صوب جانبي الجبل الأخضر (شمالاً وجنوباً) (Stanger, G.,1986). ويختص حزام المرتفعات بوجود العيون المائية والأفلاج التي تظهر مع الميول العامة للطبقات، كما يتميز هذا الحزام الجبلي بتجميع مياه الأمطار في موسمها في الأودية العميقة (بني غافر، السحتن، السن، بني عوف، بني خروص، نخل، مستال) المنصرفة إلى الأحواض الجبلية بشمال الجبل الأخضر، حيث تتدفق خلال مخارج الأودية (قيعان الأحواض الجبلية) لتظهر كمياه سطحية تدوم ساعات أو أيام في الأحباس الدنيا من هذه الأودية.

وينتشر بقيعان الأحواض الجبلية المدروسة العديد من العيون المائية، تختلف فيما بينها من حيث وفرة مياهها، ودرجة حرارتها، وجودتها، ويوضح خصائصها الجدول رقم (٢) والشكل رقم (١٢)، و تتراوح درجة حرارتها بين ٣٦و٥١ درجة مئوية، وتشير الدراسات الهيدرولوجية عن هذه العيون (Stanger, G., 1986) أنها تنبع من أعماق تصل إلى ١١٣٨ متراً تحت سطح الأرض، وأن عمر هذه المياه يقارب ٣٠٠٠عام، وتغذيها مياه الأمطار بصفة مستمرة حيث تندفع المياه العميقة ، تحت الضغط والحرارة، إلى أعلى في حركة تسمى «المحقن» ومنها يدفع الماء الجديد الماء القديم فيندفع الأخير خارجاً ومتدفقاً باستمرار.

ويبدو أن عيون الكسفة، والثوارة، والخضراء على علاقة وثيقة وأن أصل المياه بها واحد، وأن التباين «البسيط» في درجات الحرارة بها يرجع إلى أن بعضها ينبع مباشرة من الأعماق إلى السطح (باتجاه رأسي) مثلما هو الحال في عين الكسفة (صورة رقم١٠)، بينما البعض منها يأخذ طريقا «متعرجاً» بين الصخور إلى أن يصل إلى سطح الأرض مثلما هو الحال في عيني الثوارة والعليا (صورة رقم ١١)، وتشير الدراسات الجيولوجية والهيدرولوجية إلى أن العيون المائية بالسفوح الشمالية للجبل الأخضر تقع عند خطوط تلامس تكوينات الحجر مع طبقات الحواسنة وأفيوليت سمائل، كما أن معظم هذه العيون (خاصة الشديدة الحرارة) تقع على محاور الانكسارات بهذه التكوينات (Stanger, G., 1986).

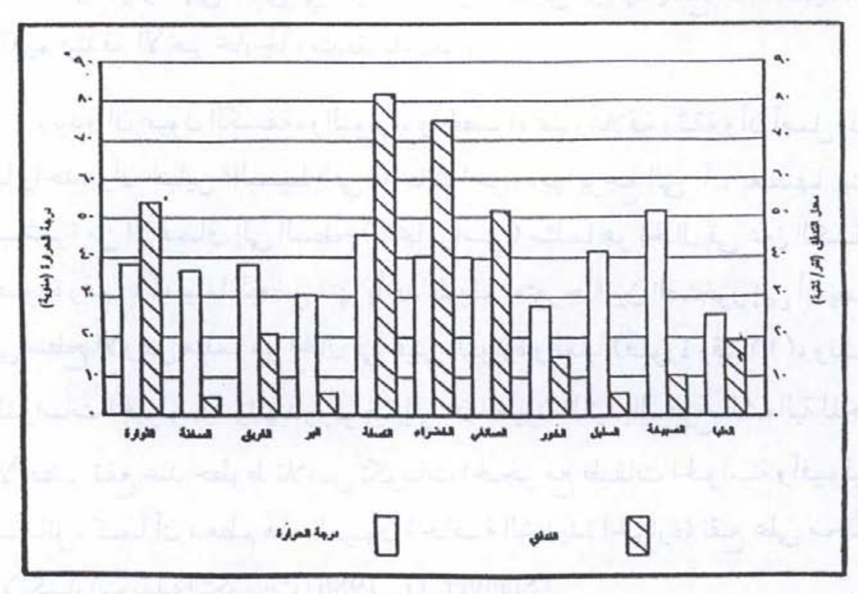
جدول رقم (٢)

خصائص العيون المائية ببعض الأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر

العيون المائية	الحوض الجبلي	معدل التدفق لتر / ثانية	حرارة الماء درجة مئوية	الملوحة الكلية ميكرو سيمنز /سم٢
الثوارة	نخل –المعاول	٥٣	٣٧	٦٨٧
السخنة		٤	٣٦	٧٠٩
الغريض		٢٠	٣٧	٧٤٨
البر		٥	٣٠	١٢٨٦
السليل		٤,٥	٤١	١٢٣٧
الصبيخة		١٠	٥١	١٣٧٥
الكسفة		٨١	٤٥	٨٩٤
الخضراء	الرستاق – العوابي	٧٥	٤٠	٨٩٢
الصائغي		٥١	٣٩	٨١٢
العليا		١٩	٢٥	٥١٩
الخور	المسنة – المرجي	١٥	٢٧	٨٦٠

المصدر وزارة موارد المياه (١٩٩٤) دائرة المياه السطحية- عيون الماء في سلطنة عمان.

شكل رقم (١٢) خصائص العيون المائية بالأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر.



المصدر وزارة موارد المائية، عيون الماء في سلطنة عمان (١٩٩٤).



صورة رقم (١٠) عين الكسفة بحوض الرستاق-العوابي حيث تندفع منها المياه في اتجاه راسي



صورة رقم (١١) عين الثوارة بحوضِ نخل-المعاول تظهر على السطح في اتجاه أفقي.

وترتبط نوعية مياه العيون بالخصائص الكيميائية لمعادن الصخور التي تتسرب من خلالها المياه إلى داخل الأرض، فمع حركة التسرب تتمكن من إذابة بعض هذه المعادن ، وتزداد نسبة المواد المذابة في الماء إلى أن تصل إلى حالة إتزان كيميائية، وتتميز صخور الحاجر الجيرية (تكوينات سوميني) بأنها حاملة للمياه ومنفذة لها عبر الشقوق والفواصل وغالباً ما تكون مياهها جيدة، بينما تعرف صخور الأفيوليت (تكوينات سمائل) بقلة نفاذيتها وبقدرتها على تحويل المياه العذبة إلى مياه قلوية (مرة) حيث تشكل الأخيرة بركا زرقاء Blue Pools في تلك التكوينات (صورة رقم١٢).



صورة رقم (١٢) البرك الزرقاء بحوض المرجي-المسنة

وترجع (Lowery, M. E., et al., 1990) هذه الطبيعة القلوية إلى نوعية المياه التي تنساب خلال صخور الأفيوليت فيحدث أحياناً أن يظهر الغاز الناتج كجزء من عملية التفاعل الكيميائي بين الماء وصخور الأفيوليت على شكل فقاقيع صادرة من قاع برك المياه المتجمعة عند العيون، فتلون هذه البرك باللون الأزرق اللامع نظراً لانتشار ضوء الشمس عند دخوله في المياه، كما ترسب مياه البركة مادة الكالسيت البيضاء نتيجة لامتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون من الجو، لتبطن البركة وتغطي الصخور والنباتات والأجسام الأخرى بقشرة منها.

رابعاً: مورفولوجية الأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر

يتناول هذا الجزء دراسة أبعاد وأشكال الأحواض الجبلية المدروسة من خلال فحص وتحليل كل من الخرائط الطبوغرافية ومرئيات اللاندسات الفضائية عن المنطقة، بالإضافة إلى عرض نتائج التحليل الحجمي لرواسب قيعان وجوانب الأحواض الجبلية، وكذلك التحليل المعدني لهذه الرواسب ودلالاته الجيومورفولوجية.

١-الخصائص المورفومترية للأحواض الجبلية:

تتفاوت الأحواض المدروسة فيما بينها من حيث الأبعاد والمساحة، وقد انعكس ذلك على اختلاف أشكالها، ويوضح الجدول رقم (٣) نتائج القياسات المورفومترية التي تم قياسها من واقع الخرائط الطبوغرافية مقياس ١/ ١٠٠٠٠٠، والتي يمكن منها الوقوف على العوامل التي تحكمت في أبعاد وأشكال هذه الأحواض، وتنحصر هذه الخصائص فيما يلي:

أ-الأبعاد (الطول - العرض- المساحة)

١- يتراوح أطوال الأحواض المدروسة بين ٤ ,٩كم (حوض المرجى - المسنه) و ٨.٣٤ كم (حوض نخل - المعاول) بمعامل اختلاف يبلغ ١١٠٪، وبمتوسط حسابى قدره ٣ ,١٨ كم، وتمثل تجويفات السحتن، وبنى خروص، والغبرة فئة متوسطة من حيث الطول بينما يزيد حوضي الغشب - الوشيل ونخل - المعاول عن ذلك المتوسط بكثير.

٢- يتراوح أقصى عرض للأحواض المدروسة بين ٤ ,٢كم (حوض المرجى - المسنة) و٨ ,١٢كم في حوض الغبرة وبمتوسط حسابي يبلغ ٢ ,٧ كم، وتمثل أحواض

السحتن، وبنى خروص، والغشب - الوشيل، ونخل - المعاول فئة متوسطة من حيث العرض.

٣- تتباين مساحات الأحواض المدروسة بشكل كبير ، فبينما يسجل حوض المرجى- المسنة أقل مساحة(٣ , ١٧كم٢)، فان حوض نخل - المعاول يبدو اكبرها مساحة (٣ , ١٢٥ كم٢).

مما سبق يتبين أن حوضى نخل - المعاول والغشب - الوشيل يمثلان أكبر الأحواض الجبلية مساحة (باستثناء تجويف الغبرة)، وقد عكس ذلك زيادة أطوالهما (ضعف العرض تقريبا)، وربما ترجع زيادة المساحة بهما إلى انفتاحهما على السهل الساحلى (سهل الباطنة)، وعلى العكس من ذلك جاء حوضي الرستاق - العوابي والمرجى- المسنة من أقل الأحواض مساحة وأن أطوالهما يعادل أربعة أضعاف عرضهما تقريبا، وقد يفسر ذلك النشأة الانكسارية الطولية لهما، وبالتالى ارتبطت مساحتهما بامتداد هذه الانكسارات وليثولوجية التكوينات التي تخللتها، بينما جاءت تجويفات الجبل الأخضر (الغبرة، وبني خروص، والسحتن) بمساحات وان كانت متباينة إلا أن قيم أطوالها تقترب من قيم عرضها، وربما يفسر ذلك النشأة الكارستية لتلك التجويفات خاصة وأنها ارتبطت بالرواسب الكاربوناتية وصخور الحجر الجيرى (تكوينات مستال).

ب _الخصائص الشكلية :

تتعدد المعاملات المورفومترية التي تقارن اشكال الأحواض بالأشكال الهندسية مثل الدائرة، والمستطيل، والمثلث، والمربع، ولتعبير عن هذه الخصائص الشكلية بطريقة كمية فقد تم تطبيق معادلات الاستطالة، والاستدارة، ومعامل الشكل كما يوضحها الجدول رقم (٣) حيث يتضح ما يلى(*):

(*) معدل الاستدارة = مساحة الحوض / مساحة دائرة بنفس محيط الحوض (Shumm S.,1956)

معدل الاستطالة = قطر دائرة بنفس مساحة الحوض / طول الحوض (Miller , V., 1953)

معامل الشكل = مساحة الحوض / مربع طول الحوض (Horton , R., 1945)

معدل التضرس = تضاريس الحوض (متر) / الطول الحوضي (كم)

جدول رقم (٣) المعاملات المورفومترية للأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر

الحوض الجبلي	أقصى طول كم	أقصى عرض كم	المحيط الحوضي كم	المساحة الحوضية كم٢	قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض الجبلي كم	مساحة الدائرة التي لها نفس محيط الحوض كم	مربع الطول المحوري للحوض كم	معامل الاستطالة	معامل الاستدارة	معامل الشكل	معدل التضرس متر / كم
السحتن	١١,٥	٩,٦	٩٠,٢	٣٧,٩	٦,٩٥	٦٤٧,١٩	١٣٢,٢٥	.٦٠	.٠٦	.٢٩	١٣,١
بني خروص	١٠,٨	٥,٤	٣٥,٦	٢٥,١	٥,٦٥	١٠٠,٨١	١١٦,٦٤	.٥٢	.٢٥	.٢٢	١٣,٩
الغبرة	١٧,٣	١٢,٨	٧٥,٣	١٠٥,٨	١١,٦١	٤٥١ ، .٣	٢٩٩,٢٩	.٦٧	.٢٤	.٣٥	١٤,٥
المرجى – المسنة	٩,٤	٢,٤	٣٧,٩	١٧,٣	٤,٦٩	١١٠,٦٧	٨٨,٣٦	.٥٠	.١٦	.٢٠	١٠,٦
الرستاق – العوابي	١٧,٩	٤,٢	٤٨,٦	٣٢,٣	٦,٤١	١٨٧,٨٨	٣٢٠,٤١	.٣٦	.١٧	.١٠	٢,٢
الغشب – الوشيل	٢٦,٣	٦,٣	٧٦,٩	٨٥,٩	١٠,٤٩	٤٧٠,٤٠	٩٦١,٦٩	.٤٠	.١٨	.٢	١,٩
نخل –المعاول	٣٤,٨	٩,٤	١١٠,٤	١٢٥,٣	١٢,٦٣	٦٩٦,٥١	١٢١١ ،.٤	.٣٦	.١٣	.١٠	٦,٣
المتوسط الحسابي	١٨,٣	٧,٢	٦٧,٨	٦١,٤	–	–	–	.٤٩	.١٧	.٢٠	–
الانحراف المعياري	٢٠,٣	٤,٣	٧٤,٤	٦٥,٨	–	–	–	.٦٨	.٤١	.٤٣	–
معامل الاختلاف	١١٠,١	٥,٩٧	١٠٩,٧	١٠٧,١	–	–	–	١٣٨,٨	٢٤١,٢	٢١٥	–

١-يتراوح معدل الاستطالة للأحواض الجبلية المدروسة بين ٣٦ , ٠ و٦٧ , ٠ بمتوسط حسابي قدره ٤٩ , ٠، ويزيد عن هذا المتوسط أحواض السحتن، وبنى خروص، والغبرة (٦٠ , ٠ ، ٥٢ , ٠، ٦٧ , ٠ على التوالي)، بينما يقل عن هذا المتوسط أحواض الرستاق - العوابي، والغشب- الوشيل، ونخل- المعاول (٣٦ , ٠، ٤٠ , ٠، ٣٦ , ٠ على التوالى).

١- يبلغ متوسط معدل الاستدارة للأحواض المدروسة ١٧ , ٠، ويقترب من هذا الرقم جميع الأحواض باستثناء تجويفات الجبل الأخضر، فبينما يزيد في كل من تجويفي الغبرة وبني خروص (٢٤ , ٠ ، ٢٥ , ٠ على التوالي) فانه يقل وبشكل كبير في تجويف السحتن فلا يتعد ٠٦ , ٠.

٢- لايختلف بالنسبة لمعامل الشكل الذى بلغ متوسطه ٢٠ , ٠، وقد سجلت تجويفات الجبل الأخضر (السحتن، وبنى خروص، والغبرة) أعلى المعدلات (٢٩ , ٠، ٢٢ , ٠، ٣٥ , ٠ على التوالى)، وهي قيم وإن كانت أكبرها فانها تدل على عدم انتظام أشكال هذه الأحواض.

مما سبق يتبين ارتفاع كل من معدلات الاستطالة، والاستدارة، والشكل في تجويفي بني خروص والغبرة، معنى ذلك اقتراب أطوال هذه الأحواض من عرضها، وقد يدل ذلك على التوازن بين عمليتى النحت الرأسي والتوسع الجانبي لهذين التجويفين في صخور الحجر الجيرى، أما بقية الأحواض الجبلية باستثناء حوض السحتن فهي تميل الى الاستطالة، ومما يفسر ذلك تزايد أطوال هذه الأحواض مقارنة بعرضها، فهي أحواض تقع على محاور انكسارات بعضها يفصل فيما بين تكوينات الحاجر من الجنوب وتكوينات أفيوليت سمائل من الشمال (أحواض المرج- المسنة، والرستاق- العوابي، ونخل - المعاول) وبعضها يمتد على خطوط انكسارات تفصل تكوينات الحواسنة عن تكوينات أفيوليت سمائل- حوض الغشب - الوشيل (راجع الخريطة الجيولوجية شكل رقم٣).

أما تجويف السحتن فقد سجل أكبر معدلات الاستطالة (٠,٦٠) في حين سجل أقل معدلات للاستدارة (٠,٠٦)، الا أن الشكل العام له لايوحي بالاستطالة وإنما يبدو إصبعي الشكل حيث يظهر له أذرع كثيرة تبعده عن الشكل المستدير، وقد يرجع ذلك إلى تعدد الأودية الجبلية التي تنصرف إليه من جميع الجوانب (راجع الشكل رقم ٧) مما أدى الى زيادة تعرج محيط الحوض وعدم انتظامه.

جـ - الخصائص التضاريسية:

قد تأتي أهمية دراسة الخصائص التضاريسية للأحواض للوقوف على نشاط عمليات التعرية، وللتعبير عن هذه الخصائص فسوف نكتفي باستخدام معدل تضرس الأحواض، وبتطبيق نتائج هذا المعدل يلاحظ ما يلي:

١- يتراوح معدل التضرس في الأحواض الجبلية المدروسة بين ١,٩ متر/كم و١٤,٥ متر/كم، والملاحظ أن هذه النسبة تزيد وبشكل ملحوظ في تجويفات السحتن، وبني خروص، والغبرة، وربما يوكد ذلك أن هذه الأحواض تبدو شبه مستديرة الشكل وأنها تأثرت بالنحت الرأسي أكثر من التوسع الأفقى خاصة وأنها تمثل مصبات محلية للأودية المنصرفة اليها.

٢- يقل معدل التضرس في باقي الأحواض الجبلية والملاحظ أن هذه الأحواض أكثر استطالة عن أي شكل آخر وفي الوقت نفسه ارتبطت المجارى التي تخللتها بمستويات قاعدة أدنى (مستوى سطح البحر) فكانت تعمل باستمرار على تسوية قيعان هذه الأحواض.

٢-خصائص الرواسب السطحية:

اقتصرت دراسة الرواسب السطحية على كل من حجم الحبيبات وتركيبها المعدني لما قد تلقيه من ضوء على ظروف إرسابها.

أ-التحليل الحجمي (الميكانيكي)

ويهدف هذا التحليل إلى التعرف على طبيعة وتوزيع رواسب قيعان الأحواض الجبلية، ومصدر هذه الرواسب ووسائل نقلها، والظروف البيئية التي مرت بها، وقد اعتمد هذا التحليل على تصنيف ونتوارث (Wentworth) الذي أورده (Pettijohn .F.J., 1975, pp-18-28).

ويوضح الجدول رقم(٤) والشكل البياني رقم(١٣) نتائج هذا التحليل والتي يمكن تلخيصها فيما يلي:

١-بالنسبة لحوض السحتن يلاحظ أن حوالي ٢ ,٦٥٪ من الرواسب به تتكون من مواد خشنة (الجلاميد والزلط والحصباء والحصى)، وتكون الرمال بأحجامها المختلفة ٦ ,٣٢٪، في حين يكون السلت والصلصال النسبة الباقية (٢ ,٢٪)، وتختلف هذه القيم باختلاف مواقع العينات المأخوذة من قاع الحوض، فتبلغ نسبة المواد الخشنة في وسط الحوض ٥ ,٥٧٪، ٩ ,٥٩٪ بالعينتين ١، ٢ على التوالي، بينما تبلغ نسبة المواد الناعمة بها ٥ ,٤٢٪، ١ ,٤٠٪، كما تزداد نسبة المواد الخشنة على جوانب الحوض حيث بلغت ٤ ,٧٤٪، ٨ ,٦٨٪ بالعينتين ٣، ٤ على التوالي، في حين لم تتعد نسبة المواد الناعمة بهما ٦ ,٢٥٪، ٢ ,٣١٪.

٢-في حوض الرستاق-العوابي شكلت المواد الخشنة حوالي ٩ ,٥٣٪ والرمال ٩ ,٤٠٪، أما السلت والصلصال فقد بلغت نسبتهما ٢ ,٥٪، وعلى الرغم من أن المواد الخشنة تشكل الفئة المنوالية الرئيسية بالحوض إلا أنها لا تزيد بشكل كبير

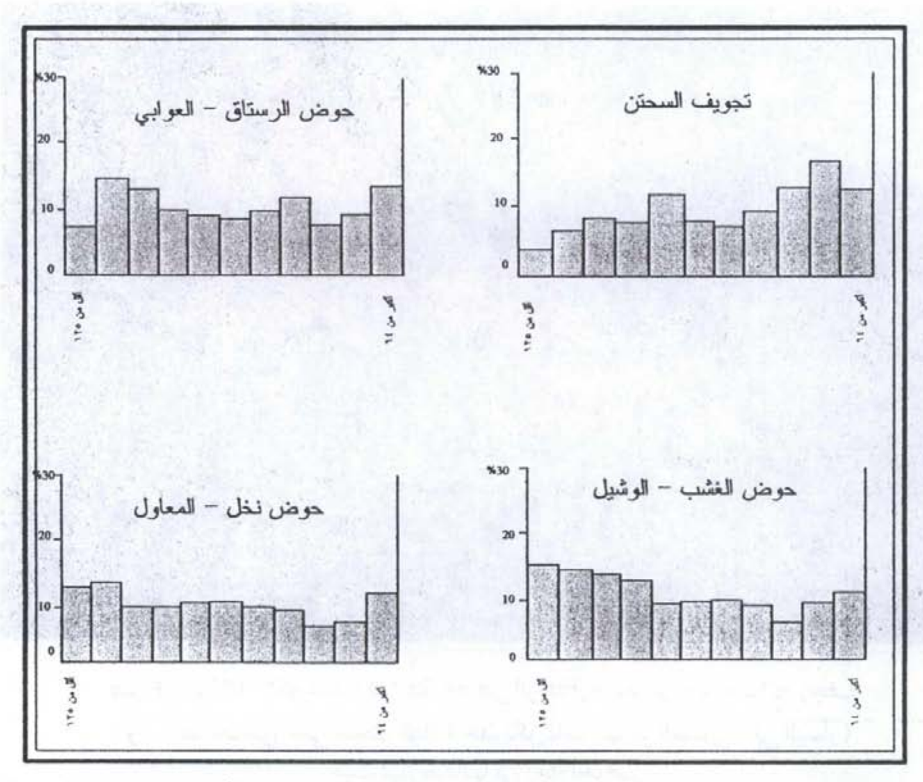
عن المواد الناعمة، ولعل زيادة الأخيرة يرجع إلى زيادة رواسب الخبرات في القيعان المنخفضة بالحوض (العينتان ٨،٩).

جدول رقم (٤)

نتائج التحليل الحجمي لرواسب قيعان الأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر " بالمليمتر "

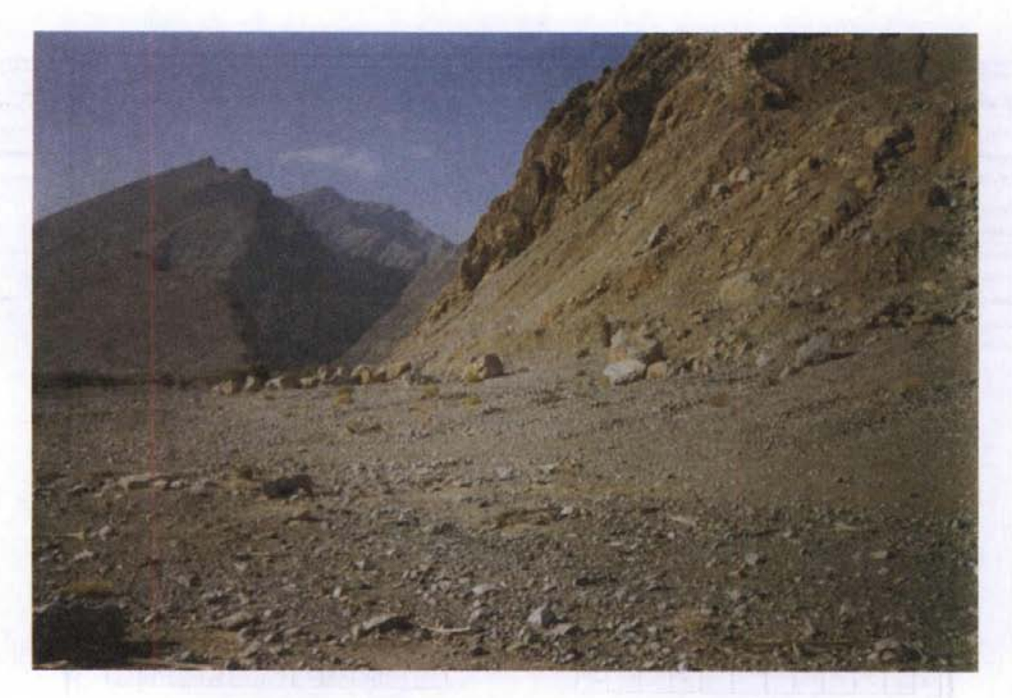
رقم العينة	الحوض الجبلي	مواد خشنة						مواد ناعمة " رمال "				سلت وصلصال
		جلاميد	زلط	حصباء			حصى	خشن جداً	خشن	متوسط	ناعم	
		أكبر من ٦٤	٣٢-٦٤	١٦-٣٢	٨-١٦	٤-٨	٢-٤	١-٢	٠.٥-١	٠.٤-٠.٥	٠.٢-٠.٤	أقل من ٠.٠٢
١	المسحتن	٨,٤	١٦,٢	٩,٣	٦,٦	٤,٨	١٢,٥	١٨,٣	٧,٤	٨,٣	٥,٦	٢,٦
٢		١٢,٣	١٨,٦	١٠,١	٤,٤	٨,٣	٦,٢	١٣,٤	٨,٦	١٠,٢	٦,١	١,٨
٣		١٦,٢	١٣,٤	١٤,٦	١٥,٥	٦,٤	٨,٣	٥,٥	٧,٤	٦,٢	٤,١	٢,٤
٤		١٢,٢	١٤,٢	١٨,٤	١٠,٣	٦,٢	٧,٥	٧,٢	١٠,٣	٦,٦	٥,٢	١,٩
المتوسط		١٢,٣	١٥,٦	١٣,١	٩,٢	٦,٤	٨,٦	١١,١	٧,٠	٧,٨	٥,٣	٢,٢
٥	الرستاق - العوابي	١٦,٣	١٢,٣	١١,٣	٨,٣	١٠,٦	١١,٥	١٠,١	٨,٢	٦,٣	٤,٢	.٩
٦		٢٢,١	١٢,٥	١٢,٤	١٢,١	٩,٢	٧,٣	٨,٩	٤,٤	٥,٣	٤,٦	١,٢
٧		٢٤,٨	١٤,٢	١٠,٢	١٢,٥	٨,١	٨,٤	٤,٢	٦,٣	٤,٤	٥,٥	١,٤
٨		-	-	-	٦,٤	٧,٦	٤,٢	٦,٥	١٤,٤	٢١,٨	٢٦,٣	١٢,٨
٩		-	-	-	١٢,٣	٦,٣	٧,٩	٩,٢	١٠,٣	١٩,٦	٢٤,٨	٩,٦
المتوسط		١٢,٧	٧,٨	٦,٨	١٠,٣	٨,٤	٧,٩	٧,٨	٨,٧	١١,٥	١٣,١	٥,٢
١٠	القشب - الوشيل	١٨,٦	١٤,٢	٨,٦	٨,٣	١١,٧	١٠,٦	٨,٤	٦,٣	٧,٤	٤,٢	١,٧
١١		٢٠,٨	١٦,٥	٦,٣	١٠,٢	١٠,٤	٧,٢	٦,٨	٧,١	٨,٢	٥,٣	١,٢
١٢		١٢,٦	٩,٣	٨,٦	١٢,٤	٩,١	١١,٣	٩,٣	٨,٦	٦,٣	٩,٢	٣,٣
١٣		-	-	-	٦,١	٤,٨	٥,٢	٤,٠	١٩,٢	١٣,٨	٢٢,٣	٢٤,٦
١٤		-	-	-	-	٢,٥	٤,٢	٧,٢	١٤,٤	١٦,٥	٢١,٤	٣٣,٨
المتوسط		١٠,٤	٨,٠	٤,٧	٧,٤	٧,٧	٧,٧	٧,١	١١,١	١٠,٤	١٢,٥	١٢,٩
١٥	نخل - المعاول	١٧,٨	١٠,٢	١٢,١	١٥,٣	١٠,٤	٩,٨	٧,٣	٦,٤	٤,٣	٤,١	٢,٣
١٦		٢٠,٢	٨,٣	١٠,٦	١١,٦	١٠,٦	١٠,٢	١٠,١	٨,٢	٥,١	٣,٢	١,٩
١٧		٢٢,٦	١٢,١	٩,٤	١٢,١	١٠,٣	٧,٤	٨,٩	٥,١	٤,٨	٥,١	٢,٢
١٨		١٨,٣	١٢,٢	٨,٦	١٣,٢	٨,٤	٦,٣	١٠,٢	٨,٢	٦,٣	٥,٨	٢,٥
١٩		-	-	-	-	١٢,١	٨,٩	٨,١	٩,٤	١٥,٥	٢١,٣	٢٤,٧
٢٠		-	-	-	-	٨,٣	٦,٤	٩,٣	٧,٢	١٠,٣	٢٦,٤	٣٢,١
٢١		-	-	-	٤,٩	٤,١	١٩,٢	١٥,١	١٦,٣	١٤,٦	١٧,٤	٨,٤
المتوسط		١١,٣	٦,١	٥,٨	٨,٢	٩,٢	٩,٧	٩,٩	٨,٧	٨,٧	١١,٩	١٠,٦

* الأرقام بالنسب المئوية



شكل رقم (١٣) متوسط التوزيع التكراري لأحجام الرواسب السطحية بالأحواض الجبلية المدروسة.

وعلى مستوى عينات حوض الرستاق- العوابي يلاحظ ارتفاع نسبة المواد الخشنة بالقرب من سفوح المرتفعات حيث بلغت ٣, ٧٠٪ ، ٦, ٧٥٪، ٢, ٧٨٪ (في العينات ٥،٦،٧ على التوالي)، ويبدو أن هذه الرواسب أكثر تأثراً بما يأتيها من مفتتات خشنة من المنحدرات الجانبية بفعل الزحف والتساقط أو بفعل المسيلات الجبلية شديدة الانحدار. كما يلاحظ زيادة المواد الخشنة في العينة (٧) والتي تمثل الجانب الغربي لحوض الرستاق- العوابي، حيث تتاخمه تكوينات الحواسنة، ومن ثم كان نواتج عمليات التفكك الصخري أسفل منحدراتها خشنة بطبيعة الحال (صورة رقم١٣).



صورة رقم (١٣) تكوينات الحواسنة بحوض الرستاق- العوابي وتبدو نواتج زحف وتساقط الصخور على منحدراتها، لاحظ تكوينات الحاجر العظمي (إلى اليسار) حيث تميل طبقاتها في إتجاه الحوض

شكلت المواد الخشنة أقل النسب في خبرتي الرستاق والعوابي(العينتان ٨،٩)، فلا يتعد نسبتهما ٢ ,١٨، ٥ ,٢٦٪ على التوالي، وفي المقابل زادت نسبة الرمال بأحجامها المختلفة فبلغت ٦٩٪، ٩ ,٦٣٪، وارتفعت أيضاً نسبة السلت والصلصال بهاتين العينتين فبلغت بهما ٨ ,١٢٪، ٦ ,٩٪، ويبدو من مواقع هاتين العينتين أنها تمثل أكثر مواضع الحوض انخفاضاً حيث تنتهي إليها رواسب الأودية المنصرفة من الحافة الجنوبية (تكوينات سوميني).

٣-تقل نسبة المواد الخشنة في حوض الغشب - الوشيل حيث تبلغ ٩ ,٤٥٪ من نسبة العينات المأخوذة، في حين ترتفع نسبة المواد الناعمة بأنواعها إلى ١ ,٥٤ ٪، حيث تصل نسبة الرمال إلى ٢ ,٤١ والسلت والصلصال ٦ ,١٢٪ وترجع زيادة المواد الناعمة هنا إلى زيادة مساحة الخبرات بالحوض.

وتتشابه نسب المواد الخشنة في العينات المأخوذة بالقرب من المنحدرات المتاخمة للحوض مع الأخرى في حوض الرستاق- العوابي، حيث تصل نسبة المواد الخشنة إلى ٧٢٪، ٤ , ٧١٪ (بالعينتين ١٠، ١١على التوالي)، وتقل إلى حد ما في العينة رقم (١٢) المأخوذة من منتصف الحوض، وعلى العكس من ذلك فقد شكلت المواد الخشنة أقل النسب في خبرتي الغشب والوشيل، فقد بلغت بهما ١ , ١٦٪، ٧ , ٦٪ على التوالي، في حين زادت نسبة الرمال بهما، فبلغت ٣ , ٥٩٪، ٥ , ٥٩٪، وارتفعت نسبة السلت والصلصال بشكل كبير حيث بلغت بهما ٦ , ٢٤٪، ٨ , ٣٣٪ على التوالي، ويلاحظ أن هاتين الخبرتين تقعان في أعمق أجزاء الحوض بالإضافة إلى وقوعهما على الجوانب المحدبة للمنعطفات النهرية بوادي الفرع.

٤-تكاد تتساوى نسب كل من المواد الخشنة والناعمة بحوض نخل- المعاول، (٣ , ٥٠٪، ٧ , ٤٩٪ على التوالي)، ويرجع ذلك أيضاً إلى زيادة مساحة الخبرات التي تشغل قاع هذا الحوض بالإضافة إلى ظهور رواسب بحيرية تحتل القطاع الأوسط من الحوض.

ولا تختلف نتائج العينات (١٥، ١٦، ١٧، ١٨) المأخوذة بأطراف الحوض المحاذية للمنحدرات الجانبية، عن مثيلتها في حوضي الرستاق- العوابي، والغشب-الوشيل، حيث شكلت المواد الخشنة بها ٦ , ٧٥٪، ٥ , ٧١٪، ٩ , ٧٣٪، ٦٧٪ على التوالي، ويبدو أنها مختلطة بما يصل إليها من نواتج زحف وتساقط الصخور من تلك المنحدرات المتاخمة لها.

وترتفع نسبة المواد الناعمة في العينتين (١٩، ٢٠) حيث بلغت بهما ٧٩٪، ٣ , ٨٥٪ على التوالي فهي تمثل القيعان المنخفضة من الحوض (خبرتي نخل وأفي)، أما رواسب العينة رقم(٢١) والتي تمثل الرواسب البحرية القديمة بوسط الحوض فعلى الرغم من أنها تبدو في صورة تلال بارزة في قاع الحوض، إلا أن نسبة المواد الناعمة بها تصل إلى ٨ , ٧١٪ من حجم رواسبها، ولا تتعد نسبة المواد الخشنة بها عن ٢ , ٢٨٪ (راجع الصورة رقم١).

مما سبق يتبين أن العينات المأخوذة من قيعان الأحواض الجبلية تتشابه في طبيعة رواسبها بحسب موقعها بالنسبة للحوض الجبلي، فالعينات المأخوذة من جوانب الأحواض المتاخمة لتكوينات أفيوليت سمائل (العينات ٦،٧،١٠،١١،١٥،١٦) تكاد تتشابه في نسب أحجامها، وقد يعكس ذلك تشابه ظروف تكوين هذه الرواسب كنواتج لفعل التجوية الميكانيكية كما أن الأودية المنصرفة من هذه التكوينات قصيرة الإمتداد وشديدة الانحدار و بالتالي لم تقطع الرواسب معها مسافة كبيرة كي تستدق.

وعلى الرغم من أن رواسب خبرات الغشب والوشيل في (العينات ١٣،١٤،٢٠ على التوالي) تتاخم تكوينات أفيوليت سمائل، إلا أن الأخيرة تمثل الجوانب المحدبة للمنعطفات النهرية بهذه الأحواض، وبالتالي فإن مصدر رواسب الخبرات بها تبدو في صورة تدفقات فيضية من السلت والصلصال ترسبت على تلك الجوانب المحدبة.

ب-التحليل المعدني للرواسب:

أظهرت نتائج التحليل المعدني للرواسب السطحية الناعمة لنفس العينات التي خضعت للتحليل الميكانيكي، والتي يلخصها الجدول رقم (٥) النتائج التالية:

١- يمثل معدن الكوارتز نسبة كبيرة في جميع العينات، حيث تراوحت نسبته بين ٢٣٪، ٨٥٪، وإن كان يبدو بصورة أكبر في كل من عينات حوض السحتن، وعينات الخبرات، وكذلك في العينات المتاخمة لتكوينات الحاجر (تكوينات سوميني) وهي تتابعات من الحجر الرملي الجيري والدولوميت، سواء كانت منقولة بفعل الأودية التي تتخلل هذه التكوينات أو بفعل حركة المواد على منحدراتها.

٢- تمثل مجموعة الفلسبار نسبة كبيرة في العينات(٦،١٠،١١،١٥،١٦) المأخوذة بالقرب من تكوينات أفيوليت سمائل النارية، وهي تتألف أساساً من سليكات

الألمنيوم والصوديوم بالإضافة إلى كميات متفاوتة من البوتاسيوم، ويختلف معدن الفلسبار في مكوناته من عينة إلى أخرى، فيبدو على العينات أرقام(٦، ١٠، ١١) أنها تميل إلى اللون المائل للإخضرار، حيث تتاخمها صخور الجابرو الداكنة المؤلفة أساساً من معدني البلاجيوكلاز والكلينوبيروكسين .

جدول رقم (٥)

نتائج التحليل المعدني للرواسب السطحية بالأحواض الجبلية المدروسة

رقم العينة	الحوض الجبلي	كوارتز	فلسبار	جبس	كربونات	معادن ثقيلة	مفتتات صخرية
١	السحتن	٦٦	٩	٢	١٥	٢	٦
٢		٦٥	٨	٢	١٨	٢	٥
٣		٦٨	٧	٨	١٠	٣	٤
٤		٧٠	٦	٦	١٢	٢	٤
٥	الرستاق- العوابي	٧٤	٦	-	-	١٨	٢
٦		٢٩	٥٤	-	-	١٦	١
٧		٦١	٢٦	-	-	١٠	٣
٨		٧٩	١١	٣	٢	٣	٢
٩		٨٠	١٢	٢	٢	٢	٢
١٠	الغشب – الوشيل	٣٠	٥٦	-	-	١٢	٢
١١		٢٣	٥٦	-	-	١٩	٢
١٢		٨٥	٩	٢	١	٢	١
١٣		٧٦	١٥	٣	٢	٣	١
١٤		٧٨	١٤	٢	٣	٢	١
١٥	نخل – المعاول	٢٦	٥٨	-	-	١٤	٢
١٦		٢٥	٥٨	-	-	١٥	٢
١٧		٧٢	٧	٨	٦	٣	٤
١٨		٧٢	٨	٦	٦	٣	٥
١٩		٧٨	١٣	٣	٢	٢	٢
٢٠		٧٧	١٢	٣	٢	٤	٢
٢١		٦٧	٤	١٤	١٢	٢	١

* الأرقام بالنسب المئوية

٣- تنحصر مجموعة الكربونات في العينات (١،٢،٣،٤) المأخوذة من تجويف السحتن حيث ترتفع بها نسبة الكالسيت والدولوميت، وهي معادن ترتفع بها نسبة كربونات الكالسيوم، وتنتشر رواسب هذه المجموعة على جوانب الحوض فيما تعرف برواسب الترافرتين (صورة رقم١٨)، كما ترتفع نسبة الكربونات خاصة الكالسيوم في العينة رقم (٢١) والتي تمثل بقايا رواسب بحيرية قديمة بحوض نخل- المعاول.

٤- تتواجد المعادن الأخرى في عينات الرواسب بنسب بسيطة، فتتراوح نسبة الجبس بين ٢٪ ، ١٤٪، وينحصر وجود المعادن الثقيلة مثل السربنتين في العينات (٦،١٠،١١، ١٥،١٦) التي تدخل مفتتات صخور أفيوليت سمائل النارية ضمن مكونات رواسبها.

خامساً : نشأة الأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر وتطورها

تعددت آراء الباحثين حول نشأة الأحواض الجبلية والمنخفضات الصحراوية بوجه عام، فمنهم من يرجعها إلى النشأة التركيبية التكتونية (Greogry, J. W.,1927)، (Willis, B., 1928)، ومنهم من يرجعها إلى فعل التحلل الكارستي والإذابة (Nigib K.,1967) (Carelier C., 1970) (سميح عودة، ١٩٨٤)، في حين أشار (إمبابي، وعبد السلام، ١٩٩٠) إلى نشأتها بفعل عوامل الهبوط والإذابة وتراجع الحافات مثلما هو الحال في منخفضات شبه جزيرة قطر، وأرجعها (جودة ، ١٩٧٢، ١٩٧٥) في الأراضي الليبية إلى النشأة المركبة.

وعلى أية حال فإن تلك الآراء كلها ليست جامعة مانعة، فالعوامل المسئولة عن نشأة هذه الأحواض قد تختلف من إقليم إلى آخر، بل وقد تجتمع جميعها في إقليم واحد، كما أشار كل من(صلاح بحيري، ١٩٧٩) و (كليو، ١٩٨٩) فإننا يجب أن نفرق بين مفهومين أولهما: أصل النشأة، وثانيهما: عوامل تشكيل وتطور هذه الأحواض، ومن هنا يمكن عرض تصور لكيفية نشأة الأحواض الجبلية بالجبل الأخضر، والعوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي ساعدت على تطورها حتى وقتنا هذا ، اعتماداً على الأدلة الجيولوجية وظروف وتطور اقليم الجبل الأخضر، على النحو التالي:

١-يشير كل من(Morton D.M.,1959) و(Tschopp, R. J., 1967) و (Le Metour J., et al.,1995)، بأن التكوينات الجيولوجية القديمة التي تعلو الصخور البللورية لجبال عمان هي في الواقع صخور رسوبية ورواسب بركانية، وبذلك يمكن أن يطلق عليها صخور القاعدة الرسوبية Sedimentry Basment، وقد مرت هذه الصخور بدورتين إرسابيتين مميزتين في الفترة من نهاية البروترزوي حتى نهاية

الأردوفيشي، وخلفت وراءها رواسب مكشوفة في مركز المحدبات Anticlinal cores التي تعتلي وسط الجبل الأخضر، ويبدو أن دورة الارساب الأولى بدأت بالرواسب البركانية (تكوينات مستال) وانتهت بالرواسب الكربوناتية التي تعزى إلى بيئة بحيرية غطت المنطقة (تكوينات الحاجر العظمى)، أما الدورة الثانية من الإرساب فتبدو في صورة رواسب متخلفة Transgressive detrital deposition (تكوين معيدن) تعلوها صخور بركانية (تكوين الفرع).

وفي فتحة الجبل الأخضر فإن تكوينات ما قبل الكمبري المتأخر قد ظهرت كمخفضات متخلفة في قلب التواءين محدبين الأول باتجاه شمال غرب/ جنوب شرق في الجبل الأخضر (شكل رقم ١٦)، والثاني باتجاه شمال شرق / جنوب غرب إلى الشرق منه (جبل نخل)، وقد أرجع كل من (Gorin G E., et al.,1982) و(Le Metour J., et al.,1995) حدوث هذه الالتواءات إلى الحركات الهرسينية، وتبدأ هذه المنخفضات أو كما أطلق عليها بالتجويفات (Bowls)، من الغرب إلى الشرق بتجويف السحتن، وتجويف بني خروص، وتجويف الغبرة.

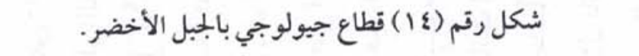
وتشير معظم الدراسات الجيولوجية إلى أن الغطاءات الجليدية كانت قد احتلت مراكز تلك الالتواءات المحدبة بالجبل الأخضر، وذلك في العصر الكربوني، وأن تلك التجويفات لم تستقر بها رواسب أخرى في عصور جيولوجية بعد العصر البرمي، وقد سهلت تلك التجويفات (بعد ذلك) الأمر لعوامل التعرية خاصة المائية (أثناء فترات عصر البليستوسين المطيرة) والتي اتخذت هذه التجويفات كمستويات قاعدة انحدرت إليها الأودية، ويبدو أن مستوى الماء الباطني في هذه التجويفات كان مرتفعاً مما ساعد على اتساع وتخفيض لهذه التجويفات، ومن ثم بدت كحفر كارستية كبيرة، بدليل ظهور رواسب الترافرتين التي تحيط بجوانب منخفض السحتن وبارتفاع أكثر من ٦٠ مترا (صورة رقم ١٤).

إذن هناك أكثر من عامل ساهم في نشأة تجويفات السحتن، وبني خروص، والغبرة، فالبداية إلتواء محدب بالجبل الأخضر أتبعه غطاءات جليدية (في العصر الكربوني) اعتلت قمم هذا الالتواء، مارست دورها سواء في عملية الاذابة للصخور الكربوناتية أو في تعرية جليدية عملت على تخفيض واتساع هذه التجويفات بما يتناسب مع تأثير الجليد وقتئذ، ومن هذا التصور يمكن أن تكون نشأة تجويفات السحتن، وبني خروص، والغبرة نشأة تكتونية كارسيتية.

٢-أن الأحواض الجبلية عند السفوح الشمالية للجبل الأخضر (المرجى-المسنة، الرستاق- العوابي، نخل- المعاول)، والتي تأخذ إتجاهاً عاماً من الشرق إلى الغرب، قد نشأت بفعل العيوب الجيولوجية، فقد هبطت الحافة الشمالية للجبل الأخضر صوب الشمال بفعل الانكسارات العرضية في العصر الكريتاسي (Rabu D., et al.,1986)، ويستدل على ذلك بالانزلاق الصخري لتكوينات الحاجر (كتلة الجبل الاخضر) والتي تبدو في صورة كتل منزلقة غاطسة صوب هذه الأحواض الجبلية (راجع الصورة ٤)، بالإضافة إلى ذلك فإن محور هذا الانكسار يقع عند مناطق تلامس جيولوجية لتكوينات الحاجر مع كل من تكوينات الحواسنة وأفيوليت سمائل (شكل رقم١٤) ونظراً للتباين الليثولوجي في تكوينات الحواسنة فانها كانت الأكثر قابلية لعمليات التجوية والإزالة، ومن ثم اتسعت خطوط الانكسارات (جانبياً) على حساب تآكل تكوينات الحواسنة، ويستدل على ذلك بظهور الأخيرة كتلال ناتئة (لا يزيد ارتفاعها عن ٢٠ مترا) وسط أو على جوانب هذه الأحواض (راجع الصورة رقم١٣).

ويبدو أن هذه الأحواض الجبلية كانت تمثل مصبات محلية للأودية الجبلية المنصرفة من الجبل الأخضر صوب الشمال تجمعت فيها الرواسب الفيضية، وشكلت الأخيرة مراوح فيضية لكل من أودية بني غافر، ويقاء، وصعب (بحوض المرجى - المسنة)، وأودية صلماء، والسن، وبني عوف، وبني خروص (بحوض الرستاق -

شكل رقم (١٤) قطاع جيولوجي بالجبل الأخضر.



المصدر: (Le Metour, J., et al., 1995)

العـوابي)، ووادي مـسـتل ونخل (بحـوض نـخل - المعـاول)*، ويبـدو أن هذه الأحواض كانت تستقبـل تـلك الرواسب منذ بداية البليستوسين الأسفل، ويستدل على ذلك بـوجود بقـايـا السهل التـحاتي البـحري منسوب ٣٠٠ متراً فوق مستوى سطح البـحر الحالي عند منطقة العقيبة إلى الغرب من بلدة نخل (بحوض نخل - المعاول) ، ولعل ما يؤكد ذلك وجود الإرسابات البـحيرية القديمة أمام هذا السهل التحاتي في منطقة نخل (راجع الصورة رقم ١)

٣-أن حوض الغـشب- الوشيـل الذي يأخذ إتجاهاً عـمودياً على الأحـواض السابقـة، قد نشأ على امتداد انكسارين طوليين باتجاه جنوب/ شمـال ليفصلان فيـما بين تكوينات أفيوليت سمائل (من الجانبين) وما يتوسطهـما من تكوينـات الحواسنة، ويرجع (Burrier M., et al.,1986) حدوث هـذه الانكسـارات بتكوينات سمـائل بعد أن تكونت الأخيرة في أرضية البحـر الجيولوجي القـديم، ثم تعرضت للزحـزحة والانكسـارات تلك التي أدت إلى انفـصـالهـا عن خطوط تماسـهـا مع تكويـنات الحواسنة، وتكونت على أثر ذلك كتلتي الرستاق والحيلين (شكل رقم ١٥).

ويبـدو أن كل من وادي الفـرعي، ووادي بني سـوق (امـتـداد وادي السـحتن) ارتسما خطي الانكسـار بامتداد الجزء الذي يشغله حوض الغشب - الوشيل، وفصل هذان الانكسـاران تكوينات الحـواسنة في الـوسـط عـن تكوينات أفيـوليت سـمـائل من كـلا الجـانبين، وعلى مـا يبـدو أن عـمليـات التراجع والتـخـفيض في تكوينات الحواسنة كانت بصورة أكبر وأسرع نظراً للتباين الليثولوجي لهذه التكوينات، بل تلاشت معظمها وظهرت في صورة ربوات صغيرة ناتئة (من بقايا التكوينات النارية) تحتل الجزء الأوسط من حوض الغشب - الوشيل (صورة رقم ١٥).

---

* تنبع جميع هذه الأودية من تجويفات السحتن، وبني خروص، والغبرة بالجبل الأخضر.



صورة رقم (١٤) مخروط ترافرتيني بإرتفاع ٦٠ مترا على الجانب الجنوبي لتجويف السحتن.



صورة رقم (١٥) ربوات متبقية من تكوينات الحواسنة وتتاخمها صخور افيوليت سمائل النارية بحوض الرستاق- العوابي.

ش

كتلة الرستاق

هضبة السيق

رواسب حديثة

أفيوليت سمائل

تكوينات الحواسنة

تكوينات سوموني

صخور القاعدة الرسوبية

٠ ١٠ ٢٠ كم

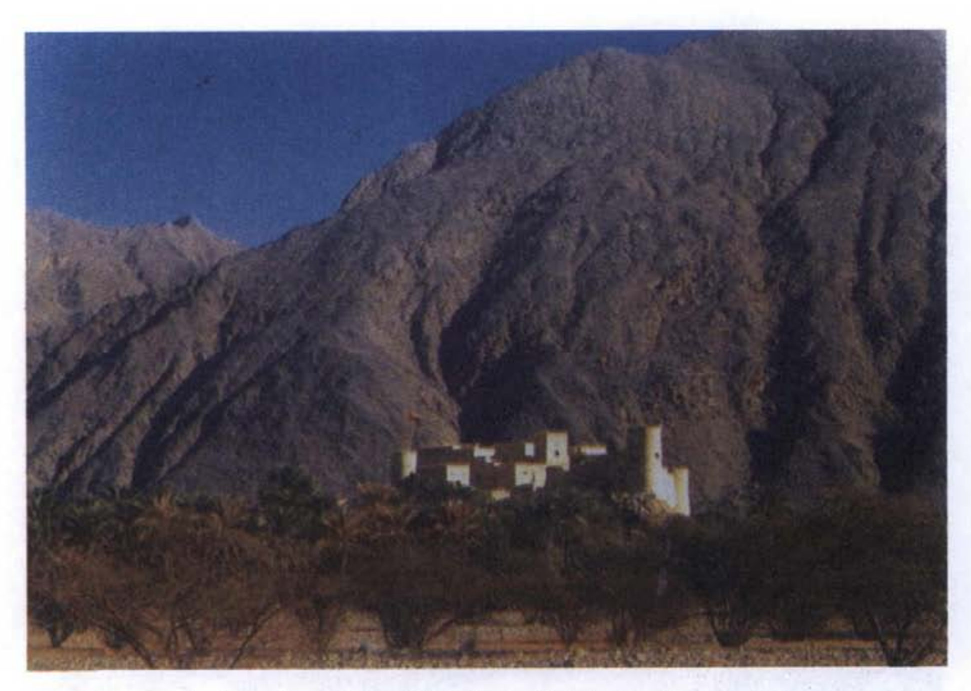
شكل رقم (١٥) الكتل الرئيسية بالجبل الأخضر.

المصدر: (Beurrier, M., et al., 1986)

٤-أن حوضي الغشب - الوشيل ونخل - المعاول كانا يمثلان خليجان بحريان طوليان حتى البليستوسين الأسفل، فقد تغلغل البحر من خلالها حتى وصل إلى منتصف هذين الحوضين تقريباً، ويستدل على ذلك بوجود مستوى واضح لبقايا سهل تحاتي بحري على منسوب ٣٠٠ مترا فوق مستوى سطح البحر الحالي في كل من منطقتي العقيبة (إلى الغرب من نخل)، وشرق المزاحيط (بحوض الغشب - الوشيل)، ومع تراجع البحر في فترات عصر البليستوسين (البليستوسين الاوسط والأدنى) عملت الأودية على تقطيع رواسب هذه الأحواض إلى مجموعة من المصاطب النهرية، يظهر منها مستويان (٦-٨ متراً، ٢ متراً) بقبعان هذه الأحواض.

٥-ساهم التباين الليثولوجي للتكوينات الجيولوجية المتاخمة للأحواض الجبلية في إتساع هذه الأحواض مع عملية تراجع المنحدرات، ويبدو أن هذا التراجع قد بدأ بتقطيع واجهة المنحدرات بفعل الأودية والمسيلات الجبلية (صورة رقم ١٦)، كما يبدو أن تراجع المنحدرات في تكوينات الحاجر (سوميني) كان بطيئا، ولم تتغير الواجهة الجبلية لهذه التكوينات كثيراً، بدليل إحتفاظ هذه الحافة بمظهرها الانكساري الذي نشأ معه الحوض الجبلي في بادئ الأمر، أما تكوينات أفيوليت سمائل النارية فيبدو أنها تقطعت بالأودية الجبلية التي كثيراً ما تخللت الشقوق والفواصل، وارتسمت لها أشكالاً قمعية، أما الوقت الحالي فيبدو أن تأثير التفاوت الحراري يسهل عملية تفكك الصخور وانشطارها ثم تساقطها بفعل الجاذبية، فتبدو مفتتاتها حادة الزوايا، وكثيراً ما استقرت أسفل المنحدرات لتشكل سهلا حصوياً، وغالباً ما تنجرف بعض من رواسبه بفعل السيول الفجائية، لتختلط فيما بعد برواسب الأودية الأخرى المنصرفة من تكوينات الحاجر.

مما سبق يتبين أن أحواض المرجى - المسنة، والرستاق - العوابي، ونخل - المعاول، والغشب - الوشيل كانت في بداية الأمر منخفضات صدعية، تبدو تضاريسها فى صورة حوائط جبلية تطوق مساحات حوضية منخفضة، إمتلأت



صورة رقم (١٦) المسيلات الجبلية على الحافة الجنوبية (تكوينات الحاجر) بحوض نخل-المعاول.

تدريجياً بالرواسب التي جلبتها الأودية من تلك المرتفعات المجاورة، لتبدو في صورة مراوح فيضية تضفي على قيعان الأحواض الجبلية ذلك الإستواء.

أما عن نشأة الخبرات بقيعان هذه الأحواض، فإنها ارتبطت بالانحدار العام للأودية التي تخيرت أكثر أجزاء الأحواض انخفاضاً، فمع زيادة كمية الأمطار في عصر البليستوسين انجرفت معها الرواسب المفككة حتى الهوامش النهرية عند حضيض المرتفعات ، أو كما أطلق عليها (Le Metour J., et a.,1995) Fluviatile Pedmont، ويبدو أن هذه المرتفعات كانت بمثابة عتبة احتجزت هذه الرواسب فانتشرت جانباً، وأن تلك الرواسب كانت تأتي في صورة فيضانات وامضة Flash floods كونت معها طبقات طميية مترقة شكلت قيعان هذه المنحدرات (صورة رقم١٧).



صورة رقم (١٧) طبقات طميية مترققة (بخبرة الوشيل) توضح الطريقة التي تكونت بها رواسب الخبرات مع الفيضانات المتتابعة.

سادسا :الأهمية التطبيقية لدراسة الأحواض الجبلية

تعد الجيومورفولوجيا التطبيقية - بما تهدف اليه - من الوسائل التي تستخدم في جمع المعلومات، خصوصا في المناطق الجبلية لاقامة المشاريع الهندسية وامكانية التنمية الزراعية وربطها بموارد المياه سواء السطحية منها أو الجوفية، وانعكاس ذلك على الأنشطة البشرية.

وقد عكست الملامح المورفولوجية للأحواض الجبلية المدروسة طبيعة التجمعات السكنية وأسلوب الزراعة التي تعتمد عليها، فقد أبانت الدراسة أن تجويفات الجبل الأخضر لا تختلف فيما بينها سواء في ملامحها الطبوغرافية أو طبيعة رواسبها أو الظروف المناخية بها، فقد استغلت جوانبها في اقامة مدرجات صناعية، تقوم عليها زراعات ناجحة، حيث تتوافر الجداول المائية شبه دائمة الجريان طول العام وكذلك العيون المائية في قيعان هذه التجويفات، كما هو الحال في قرى فشح، وعمق، وطوى الشرقية ومبح، وعين مقمه، والحيل، ومدروج بتجويف السحتن، وقرى مسفاه، والحاجر، وثاقب، وبدى بتجويف بنى خروص، وقرى الغبرة، ومستال، وامطى، والفيق، ووكان بتجويف الغبرة (صورة رقم ١٨).

أما في الأحواض الجبلية الأخرى فقد اختلفت أنماط الزراعة والتجمعات السكنية بها ففى حوض المرجى الرستاق - العوابي ارتبطت الزراعة بالمناطق المنخفضة نسبيا في قاع الحوض (الخبرات)، خاصة عندما تتوافر مياه الرى من العيون المائية، وتعد خبرتي الرستاق والعوابي من أكبر الخبرات حيث تقوم الزراعة بهما اعتمادا على العيون المائية المتدفقة (عين الكسفة، وعين الصائغى، وعين العليا) التي تنبع من أسفل صخور الحاجر كما تبدو التجمعات السكنية بشكل متصل على هوامش هاتين الخبرتين (صورة رقم ١٩)، أما حوض المرجى- المسنة فتتركز الزراعات به في مجموعة خبرات صغيرة (خفدى، والمرجى، والدفع، والمسنة) حيث



صورة رقم (١٨) نمط زراعة المدرجات بتجويف الغبرة.

تعتمد على العيون المائية (عين الخور) أو مياه الأفلاج من تكوينات افيوليت سمائل النارية المجاورة.

وتأخذ الزراعة في حوض الغشب الوشيل نمطا آخر، فقد ارتبطت معظمها بالمصطبة النهرية منسوب ٢ مترا فوق قاع الحوض، بالاضافة الى السهول الفيضية التي تمتد لبضعة كيلومترات كما هو الحال في خبرات الغشب، والوشيل، وفلج الشراه، والحزم حيث تتوافر مياه الرى من الأفلاج التي تتخلل صخور البيرودوتيت المسامية المجاورة، وكثيرا ما تظهر التجمعات السكنية بشكل مبعثر في هذه الخبرات (صورة رقم ٢٠).

وفي القطاع الأوسط من حوض نخل - المعاول حيث تأخذ الرواسب في النعومة في الابتعاد عن السلاسل البلية المجاورة تقوم زراعات بخبرتي نخل



صورة رقم (١٩) خبرة العوابي.



صورة رقم (٢٠) الجانب الجنوبي بحوض الغشب-الوشيل وتظهر به خبرة الغشب تتاخم تكوينات افيوليت سمائل.

ومسلمات اعتمادا على العين المائية المتدفقة (عين الثوارة، وعين السخنة، وعين الغريض، وعين البر) اما في الطرف الشمالى الغربي من الحوض حيث تستدق الرواسب بشكل كبير (السلت والصلصال) توجد خبرات المريغة ، وإفى وحبرا، والواسط (ولاية المعاول) وجميعها يتاخم الطرف الشرقي لتكوينات افيوليت سمائل النارية، وتبدو هذه الخبرات وثيقة الصلة مع خبرات الوشيل، وفلج الشراه، والحزم (بحوض الغشب - الوشيل)، وتقوم بتلك الخبرات زراعات واسعة نظرا لتوفر العيون المائية (عين السليل، وعين الصبيخة) بالاضافة الى مياه الأفلاج من الصخور النارية المجاورة.

وقد أثرت الطبيعة الطبوغرافية للأحواض الجبلية المدروسة (دون تجويفات الجبل الأخضر) وما تحدثه السيول الفجائية التي تنصرف إلى هذه الأحواض من مخاطر ببعض الخبرات، لذا فقد أقيمت سدود تجميع للمياه مثل سد العوابي وسدود المعاول ، أو بعض السدود لتعطيل المياه قبل انصرافها الى السهل الساحلى مثل سد الرستاق وسد الغشب لتغذية الخزان الجوفي.

ومن جهة أخرى فقد أثرت الظروف المناخية المتباينة، بالأحواض الجبلية المدروسة في نوعية الزراعات، فعلى جوانب تجويفات الجبل الأخضر تنتشر زراعة الخضروات وفواكه البحر المتوسط (الكروم والموالح) أما في الأحواض الجبلية الأخرى فتنتشر زراعات الخضروات ومحاصيل الأعلاف (البرسيم والشعير) كما تتركز بها معظم زراعات النخيل بالسلطنة كما يوجد بها اكبر مصانع التمور (مصنع تمور الغشب).

خاتمة البحث

أوضحت دراسة الأحواض الجبلية بالقطاع الشمالي للجبل الأخضر بسلطنة عمان النتائج التالية:

١ - تنقسم الأحواض الجبلية المدروسة إلى مجموعتين من حيث النشأة والتطور: وتمثل المجموعة الأولى أحواض السحتن، وبني خروص، والغبرة،فقد نشأت على التواء محدب بالجبل الأخضر مع الحركة الهرسينية، ذلك الإلتواء الذي اعتلاه غطاء جليدي في العصر الكربوني، وقد أحدث ذلك الغطاء الجليدي عمليات إذابة وتعرية في الصخور الكربوناتية أدت إلى حدوث تجويفات بها، وبقيت تلك التجويفات بصورة معينة منذ أواخر الزمن الثاني وحتى بداية الزمن الرابع، ومع حلول أمطار البليستوسين بدأت التعرية المائية في ممارسة نشاطها وإحداث جريان مائي متخذا تلك التجويفات كمستويات قاعدة . أماالمجموعة الثانية (أحواض المرجى-المسنة، والرستاق-العوابي، ونخل- المعاول) فتدين إلى النشأة المركبة التي بدأت مع حدوث إنكسارات عرضية عند مناطق التلامس الجيولوجية التي حصرت تكوينات الحواسنة (في الوسط)، وكل من تكوينات الحاجر الدولوميتية (في الجنوب) وتكوينات أفيوليت سمائل النارية (في الشمال)، ويبدو أن نشوء هذه الأحواض كان على حساب تكوينات الحواسنة المتباينة ليثولوجياً، فكانت صخورها (الجيرية) قابلة للتجوية وقتما توفرت الرطوبة.

ولا يختلف الأمر بالنسبة لنشأة حوض الغشب-الوشيل سوى أنه قدنشأعلى امتداد انكسارين عموديين على الانكسارات العرضية السابقة، وقد فصل هذان الانكساران تكوينات الحواسنة (في الوسط) عن تكوينات افيوليت سمائل من كلا الجانبين، كما توسع الحوض على حساب تراجع وتخفيض تكوينات الحواسنة.

٢- تميل أحواض السحتن، وبني خروص، والغبرة إلى الاستدارة وارتفاع معدلات الانحدار والتضرس بها، وقد يؤكد هذا تأثير كل من فعل الاذابة الكارستية والتخديد بفعل الأودية على جوانب هذه التجويفات، أما بقية الأحواض الأخرى فتميل إلى الاستطالة، ولعل هذا يؤكد مدى تحكم الانكسارات في توجيه محاور هذه الأحواض.

٣- أن حوضي نخل - المعاول، والغشب - الوشيل كانا يمثلان ذراعان بحريان حتى البليستوسين الأسفل، معنى ذلك أن جميع الأحواض الشمالية للجبل الأخضر كانت تمثل مصبات للأودية حتى ذلك الوقت.

٤- ارتبطت العيون المائية المتدفقة بخطوط تلامس تكوينات الحاجر مع طبقات الحواسنة وتكوينات أفيوليت سمائل النارية ، فمعظم هذه العيون تقع على محاور الانكسار بهذه التكوينات، كما أن الاختلاف في درجة حرارة المياه بها يرجع إلى إما أنها تتجه رأسياً فتحتفظ بدرجة الحرارة المستمدة من داخل الأرض، أو أنها تأخذ طريقاً متعرجاً بين الصخور الى أن تصل الى سطح الأرض فتقل حرارتها تدريجياً، وكثيراً ما ارتبطت نوعية هذه المياه بالخصائص الكيميائية لمعادن الصخور التي تتسرب من خلالها.

٥- أثرت الملامح الطبوغرافية ، وطبيعة الرواسب، بل والظروف المناخية المتباينة بالأحواض الجبلية على أسلوب الزراعة وأنواع الزراعات بل والتجمعات السكنية بها.

المصادر والمراجع

أولاً : المصادر والمراجع العربية:

١- **جودة حسنين جوده** (١٩٧٠) طرق بحث بتروجرافية للدراسة الجيومورفولوجية، المجلة الجغرافية العربية، العدد الثالث، القاهرة، ص ص ١:٤٥ .

٢- **جودة حسنين جوده** (١٩٧٢، ١٩٧٥) دراسة في جيومورفولوجية الأراضي الليبية، جزءان، منشورات الجامعة الليبية، بنغازى.

٣- **جودة حسنين جوده، وآخرون** (١٩٩١) وسائل التحليل الجومورفولوجي.

٤- **حسن أبو العينين** (١٩٨٩) السهول الساحلية فيما بين رأس دبا وخور كلبا على الساحل الشرقي لدولة الامارات العربية المتحدة - دراسة جيومورفولوجية، رسائل جغرافية، قسم الجغرافيا - جامعة الكويت، رقم ١٢٢، ص ص ١-٨٨.

٥- **سميح أحمد عوده** (١٩٨٤) جيمورفولوجية الهوات في الجبل الأخضر، وحدة البحث والترجمة بقسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الكويتية، عدد ٦٣، ص ص ١-٥٩ .

٦- **صلاح الدين بحيري** (١٩٧٩) نحو تصنيف مورفولوجي لمنخفضات الصحراء، وحدة البحث والترجمة بقسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٢٠، ص ص ١ - ٤٧ .

٧-**صلاح الدين بحيري** (١٩٩٥) أشكال الأرض، دار الفكر المعاصر، بيروت.

٨-**عبد الحميد أحمد كليو** (١٩٩٠) خبرات الكويت - توزيعها، نشأتها، تصنيفها، حوليات كلية الآداب، تصدر عن مجلس النشر العلمي - جامعة الكويت، الحولية الحادية عشره، الرسالة الثانية والسبعون، ص ص ١- ١٠٥ .

٩-**محمود عبد العزيز أبو العينين عبيد (١٩٩٨)** الإرسابات الفيضية بوادي الفرع - سلطنة عمان، دراسة جيومورفولوجية لمصاطبه وسهله الفيضي، إصدارات مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، المجلد الثامن والأربعون، ص ص ١ - ٦٦ .

١٠-**محمود عبد العزيز أبو العينين عبيد (١٩٩٩)** جيومورفولوجية منطقة رأس السوادي - سلطنة عمان، إصدارات مجلة كلية الآداب، جامعة الاسكندرية، المجلد التاسع والأربعون، ص ص ١ -٦٦.

١١-**نبيل إمبابي، وأحمد عبد السلام علي (١٩٩٠)** جيومورفولوجية منخفضات شبه جزيرة قطر، كلية الانسانيات والعلوم الاجتماعية، الدوحة.

١٢-**وزارة موارد المياه (١٩٩٤)** عيون الماء في سلطنة عمان، دائرة المياه السطحية.

١٣-**وزارة موارد المياه (١٩٩٤)** بيانات سقوط الأمطار، دائرة المياه السطحية، المجلد الثاني، جنوب الباطنة، الفترة من ١٩٧٤-١٩٩٢.

١٤-**الخرائط**: أ-الخرائط الطبوغرافية لسلطنة عمان مقياس ١: ١٠٠,٠٠٠ صادرة من الهيئة الوطنية للمساحة بسلطنة عمان، لوحات رقم:

- NF40-2C (لوحة ينقل) - NF40-3A (لوحة السويق)
- NF40-3B (لوحة بركاء) - NF40-2F (لوحة عبري)
- NF40-3D (لوحة الرستاق) - NF40- 3E (لوحة نخل)
- NF40-6C (لوحة بهلا) - NF40-7A (لوحة نزوى)
- NF40-78 (لوحة بركة الموز)

ب- الخرائط الجيولوجية لسلطنة عمان مقياس ١: ١٠٠,٠٠٠، صادرة من وزارة البترول والثروة المعدنية بسلطنة عمان (١٩٩٣)، اللوحات السابقة.

ج- مرئيات اللاندسات الفضائية مقياس ١ : ١٥٠,٠٠٠رقم (G.129 - 78 Jsb No RS 95/12)، وزارة موارد المياه.

ثانياً : المراجع الاجنبية :

15- **Beurrier, M., Bechennec F., Rabu D. and Hutin G., 1986:** Geological map of Rustaq, sheet NF40-o3D, scale 1:100.000, with Explanatory Notes. Directorate General of Minerals Oman Ministry of Petroleum and Minerals

16- **Butzer, K. O., 1965:** Environment and Archeology: An Introduction to Pleistocen Geography, Methuen and Comp. Ltd., London, 524 pp.

17- **Gardner, R. A., 1988:** Geological Description of Qatar Peninsula, Bureau de recherches Geolgiques et Miniere, Paris.

18- **Gardner, R. A., 1988:** Aeolianites and Marine Deposite of the-Wahiba sands, Character and Palroenvironment. Journal of Oman Studies, special report, No 3, pp. 77-94.

19- **Glennie, K.W., Boeuf, A.G. A., Hughes - Clar;e, M.W., Moody - Stuart M., Plilaar, W. and Reinhardt, B. M., 1974:** Geology of the Oman Mountains, Koninklijk Nederlands Geologisch en-Mijnbouwkundig Genootschap, Transactions, V.13.

20- **Gorin, G. E., Racz, L,G. and Walter M. R., 1982:** Late Precambrian - Cambrian sediments of Huqf Group, Sultanate of American Asociation of Petroleum Geologists Bulletin Oman. V.66, pp. 2609-1627.

21- **Horton, R. E., (145)** Erosional development of streams and their drainage basins, hydrophysical approach to quantitative morphology. Geol. Soc. America. Bull.56, pp. 275-370.

22- **Hudson, R. G. and Chatton M.,1959:** The Musandam Limestone (Jurassic to Lower Createceous) of Oman, Arabia. Notes et Me-

moire du Moyen - Orient, VII, pp. 69-93.

23- **Kassler P., 1973:** The Structural and geomorphic evolution of the Persian Gulf, a chapter in "The Persian Gulf" edited by Burser. B.H. p. 11-32.

24- **King. L., 1975:** Geomorphology: a basic study for civil engineer Soil Mecanics and foundastional Engineerng. Regional Conference for Africa, 2(6), 259-263.

25- **Landsat TM- P. R 044, Image Map No G.129-78 jsb No RS 95/ 12:** Produced by the Ministry of Water Resources, Remote Sensing Section.

26- **Lees, M., 1928:** The geology and tectonics of Oman and of parts of southeastern Arabic. Quarterly Journal of the Geological society of London V. 84, pp. 585-670.

27- **Le Metour, J., Michtl, L.C., Bechennec, f., platel, J. P. and Roger, J., 1995:** Geology and Mineral Wealth of the Sultanate of Oman Directorate General of Minerals, Oman Ministry of Petroleum and Minerals.

28- **Lowery, M. E., et al., 1990:** Blue Pools of Oman. Ministry of Water Rosources.

29- **Miller, V. C., (953)** A quantitave geomorphic study of drainage basin characteristics in the clinch mountain area.Va. and Tenn. office Naval Research Project NR 389-042, Tech. 3, Columia University.

30- **Morton, D. M., 1959:** The Geology of Oman, 5th World Petrolum Congress, New York, Proceeding Section1, pp. 227-280.

31- **Nigib, K., 1967:** Geology of the Arabian Peninsula, southwestern Iraq. U. S. Geol. Surv. Prof. paper No 560.

32- **Pettijohn, F. J., 1975:** Sedimentry Rocks. 3rd ed. Harber and Row publishers, New York.

33- **Rabu, D., Bechennec, F., Beurrier, M. and Hutin, G., 1986:** Geological map of Nakhl, sheet NF40-03E, scale 1: 100.000, with Explanatory Notes. Directorate General of Minerals, Oman Ministry of Petroleum and Minerals.

34- **Rabu, D., LeMetour, J., Bechennec, F., Beurrier, M.,Villey, M. and Bourdillon De Grissac, C., 1990:**Sedimentrya spects of the Eo-Alpine cycle on the north east edge of the Arabian Platform (Oman Mountains): in Robertson, A. H. F., Searle M. P. and Rus, A.C., The Geology and Tectonics of Oman Region. Geological society of London, special publication 49, pp. 49-68.

35- **Scotese, C. R. and Mckerrow, W. S., 1990:** Revised world Maps and Introduction in Mckerrow, W.S. and Scotese, C. R., Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography. Geological Society of London, Memoir no 12, pp. 1-21.

36- **Shumm, S. A., 1956:** Evolution of drainage system and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey, Geol. Soc. Am. Bull. Vol. 67m, pp. 597-650.

37- **Stanger, G., 1986:** The Hydrology of the Oman Mountains.

38- **Tschopp, R. J., 1967:** The general geology of Oman. 7th world Petroleum Congress, Mexico, Proceedings, 2, pp 231-242.

٢٧٢-تمثيل مكونات الظاهرة الجغرافية بمثلثات مقسمة بطريقة قاعدية	د .ناصر بن محمد بن سلمى
٢٧٣ - ماضي النمو الحضري في المدينة المنورة	أ .د . محمد محمود السرياني
٢٧٤-تدهور بيئة المراعي في جبال محافظة ظفار (سلطنة عمان)	د .سالم بن مبارك الحتروشي
٢٧٥-تدهور البيئة النباتية في منطقة عسير	د .مرعي بن حسين محمد القحطاني
٢٧٦-أدلة تذبذب مستوى سطح البحر خلال الزمن الرابع على سواحل شبه جزيرة «مسندم»	د .محمد مجدي تراب
٢٧٧- دعم صناعة القرار والتحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية	د . بدر الدين طه عثمان
٢٧٨- الإمكانيات السياحية للكهوف في سلطنة عمان من منظور جغرافي	د . سالم مبارك الحتروشي
٢٧٩-الإنسان والبيئة الصحراوية دراسة تطبيقية في المنطقة الشرقية .	د . وفيق محمدجمال الدين إبراهيم
٢٨٠-التوزيع المكاني لانتاج عسل النحل في المملكة العربية السعودية	د .حورية صالح جمعه الدوسري
٢٨١-الأنماط الجيورموفولوجية للسياخ الساحلية دراسة لمواقع مختارة على طول الساحل الشرقي للبحر الأحمد .	أ .د .عبدالله سليمان الحديثي
	د .محمد سعيد بارودي
٢٨٢- محددات أداء النظام السياسي في أفغانستان «دراسة في الجغرافيا السياسية»	د . محمود توفيق
٢٨٣- اكتشاف ومراقبة التغير الزراعي شرقي منطقة تبوك بالمملكة العربية السعودية	د . خالد بن مسلم الرحيلي
٢٨٤-التحليل الإحصائي المقارن لخصائص نباتات مجتمع الشيح المقاسة وفق طريقتي المربعات والنقطة المركزية .	د .عبدالله عبدالمحسن الصالح
٢٨٥-تطبيق تقنيات الاستشعار عن بعد في مراقبة زحف الكثبان الرملية في واحة الاحسار .	د .مشاعل بنت محمد آل سعود
٢٨٦-النباتات الفطرية في جزيرة العرب في معاجم اللغة والشعر والنثر القديم الطرثوت-الذؤنون- الضغبوس وماشابهم	د .زيد عبدالله الزيد
٢٨٧ - المقومات الطبيعية للسياحة في منطقة جازان (جنوب غرب المملكة) - تطور جيمورفولجي	د . عاطف معتمد عبد الحميد

سلسلة إصدارات وحدة البحث والترجمة

١ ـ تقلبات المناخ العالمي	عرض وتعليق: أ.د. محمد صفي الدين أبو العز
٢ ـ محافظة الجهراء	أ.د. زين الدين غنيمي
٣ ـ تعدادات السكان في الكويت	أ.د. أمل العذبي الصباح
٤ ـ أقاليم الجزيرة العربية الكتابات العربية القديمة والدراسات المعاصرة	أ.د. عبدالله يوسف الغنيم
٥ ـ أشكال سطح الأرض المتأثرة بالرياح في شبه الجزيرة العربية	أ.د. عبدالله يوسف الغنيم
٦ ـ حول تجربة العمل الميداني لطلاب الجغرافيا بجامعة الكويت	أ.د. صلاح الدين بحيري
٧ ـ الاستشعار من بعد وتطبيقاته الجغرافية في مجال استخدام الاراضي	أ.د. علي علي البنا
٨ ـ البدو والثروة والتغير: دراسة في التنمية الريفية للامارات العربية المتحدة وسلطنة عمان	ترجمة د. عبد الاله أبو عياش
٩ ـ الدليل البحري عند العرب	حسن صالح شهاب
١٠ ـ بعض مظاهر الجغرافيا التعليمية لمقاطعة مكة المكرمة	د. ناصر عبدالله الصالح
١١ ـ طرق الملاحة التقليدية في الخليج العربي	حسن صالح شهاب
١٢ ـ نباك الساحل الشمالي في دولة الكويت دراسة جيومورفولوجية	د. عبدالحميد أحمد كليو د. محمد اسماعيل الشيخ
١٣ ـ جغرافية العمران عند ابن خلدون	د. عبد العال الشامي
١٤ ـ السمات العامة لمراكز الاستيطان الريفية في منطقة الباحة	د. محمد محمود السرياني
١٥ ـ جزر فرسان دراسة جيومورفولوجية	د. محمد سعيد البارودي
١٦ ـ جوانب من الشخصية الجغرافية للمدينة المنورة	د. محمد أحمد الرويثي

سلسلة منشورات وحدة البحث والترجمة

١- بيئة الصحاري الدافئة — ترجمة :أ .د .علي علي البنا

٢- الجغرافيا العربية — تعريب وتحقيق :د .عبدالله يوسف الغنيم — د .طه محمد جاد

٣- مدن مصر وقراها عند ياقوت الحموي — د .عبدالعال الشامي

٤- العالم الثالث :مشكلات وقضايا — ترجمة :أ .د .حسن طه نجم

٥- التنمية الزراعية في الكويت — أ .د .محمد رشيد الفيل

٦- القات في اليمن :دراسة جغرافية — د .عباس فاضل السعدي

٧- هيدرولوجية الأقاليم الجافة وشبه الجافة — تعريب :د .سعيد أبو سعدة

٨- منتخبات من المصطلحات العربية لأشكال سطح الأرض — أ .د .عبدالله يوسف الغنيم

٩- البلدان اليمانية عند ياقوت الحموي — تحقيق القاضي إسماعيل الأكوع

١٠- المدن الجديدة بين النظرية والتطبيق — د .أحمد حسن إبراهيم

١١- الأبعاد الصحية للتحضر — ترجمة : — أ .د .محمد عبدالرحمن الشرنوبي

١٢- التطبيقات الجغرافية للاستشعار من بعد :دليل مراجع — د .صبحي المطوع

١٣- قواعد علم البحر — حسن صالح شهاب

١٤- الانسياق الرملي وخصائصه الحجمية بصحراء الدهناء على خط الرياض ـ الدمام — مشاعل بنت محمد بن سعود آل سعود

١٥- التخطيط الحضري لمدينة الأحمدي وإقليمها الصناعي — د .وليد المنيس ـ د .عبدالله الكندري

١٦- كيف ننقذ العالم — تعريب :أ .د .علي علي البنا — أ .د .زين الدين عبدالمقصود

١٧- أودية حافة جال الزور بالكويت تحليل جيومورفولوجي — د .عبدالحميد كليو

١٨- الألواح الجيولوجية ونظمها التكتونية — ترجمة :أ .د .حسن أبو العينين

١٩- جيومورفولوجية منطقة الخيران جنوب الكويت — د .السيد السيد الحسيني

٢٠- الشوائب في تحقيق الفوائد في أصول علم البحر والقواعد لابن ماجد — حسن شهاب الدين

٢١- التحضر في دول الخليج العربية — د .خالد محمد العنقري

٢٢- جغرافية العالم الثالث — تعريب :د .حسن طه نجم — د .مكي محمد عزيز

٢٣- الصور الجوية ـ دراسة تطبيقية — د .خالد العنقري

٢٤- جيومورفولوجية منخفض أم الرمم بالكويت — د .عبدالحميد كليو

٢٥- جيومورفولوجية منطقة كاظمة — د .محمد إسماعيل الشيخ

٢٦- السرحات السلطانية — د .عبدالعال عبدالمنعم محمد الشامي

٢٧- اليابانيون الأمريكيون — د .عبدالله بن ناصر الوليعي

٢٨- بحار الرمال في المملكة العربية السعودية — د .عبدالله بن ناصر الوليعي

٢٩- كفاءة الري وجدولة المياه في منطقة الخرج بالمملكة العربية السعودية — د .نورة بنت عبدالعزيز آل الشيخ

٣٠- البحث الجغرافي في دولة الكويت — أ .د .عمر الفاروق السيد رجب

٣١- الطرق والمسالك الشرقية لمصر في العصر الوسيط — أ .د .عبدالعال عبدالمنعم الشامي

٣٢-تطور التعدادات السكانية بدولة الكويت . — أ .د .أمل يوسف العذبي الصباح

٣٣-تغيرات مستوى سطح البحر خلال البلايستوسين وآثارها الجيمورفولوجية على طول الساحل الشرقي للبحر الأحمر — د .محمد سعيد البروادي

٣٤- سجل الزلازل العربي «أحداث الزلازل وآثارها في المصادر العربية» — أ .د .عبد الله يوسف الغنيم